ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 FÉVRIER 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

LITHOLOGIE. — *Les roches dépourvues de feldspath du cortège des sakénites (Madagascar); composition chimique de cet ensemble.* Note [1] de M. **Alfred Lacroix.**

Les roches que j'ai décrites sous le nom de sakénites [2] sont constituées par un feldspath calcique et des minéraux très alumineux et très magnésiens, associés ou non au corindon. Elles sont localement accompagnées de types lithologiques dépourvus de feldspath, formés de pyroxène ou d'amphibole et renfermant un ou plusieurs de ces minéraux alumineux et magnésiens. Ce sont ces types exceptionnels qui font l'un des objets de la présente Note.

Les *saphirinites* sont constituées uniquement par de la saphirine, quand elles ne renferment pas, en outre, une petite quantité de spinelle. Parfois, ces roches, à grain moyen, ne sont que des accidents minéralogiques de la sakénite, mais il n'en est pas toujours ainsi, notamment pour le produit d'altération d'une de ces saphirinites qui semble bien former à elle seule des bancs importants, rencontrés depuis le sud de Sakeny jusqu'au delà du Zomandao. C'est une roche tendre, blanche ou légèrement teintée de bleu verdâtre, lorsqu'elle renferme encore de la saphirine intacte; douce au toucher, tantôt compacte, tantôt à structure granuleuse, elle se montre au microscope essentiellement constituée par un minéral secondaire rappelant

---

(1) Séance du 29 janvier 1940.
(2) *Comptes rendus,* 209, 1939, p. 609.

quelque peu celui des serpentines; il consiste en lamelles à extinction onduleuse, ou en une sorte de ruban à allongement négatif, mais de signe optique positif; ce minéral remplit les cassures des portions de saphirine encore intactes, à la façon de l'antigorite dans le péridot en voie de serpentinisation. L'étude des indices de réfraction semble indiquer que cette matière n'est pas homogène; suivant les plages, l'indice médian oscille de 1,60 à 1,645. Elle est donc accompagnée, au moins, d'un autre minéral de composition voisine; toutes les tentatives faites pour obtenir une séparation, à l'aide de liqueurs denses, sont restées sans résultat, probablement à cause de la petitesse des éléments constitutifs. Quoiqu'il en soit, il s'agit là d'un ou plusieurs silico-aluminates de magnésie dont la composition chimique est représentée par les analyses 2 et 3 (M. Raoult), données en comparaison avec celle (analyse 1) de la saphirine du même gisement. La densité de la roche oscille entre 2,765 et 2,771.

	1.	2.	3.
SiO^2	13,84	15,78	15,92
Al^2O^3	62,09	51,42	46,55
B^2O^3	0,16	»	»
Fe^2O^3	2,06	0,06	1,33
FeO	1,40	1,23	1,55
MgO	19,54	17,49	20,22
CaO	»	0,12	»
$Na^2O + K^2O$	»	»	0,34
H^2O +	1,20	13,72	14,02
H^2O —	0,34	0,39	0,37
P^2O^5	»	0,11	»
MnO	»	0,07	0,06
	100,63	100,39	100,36

Plusieurs variétés de *spinellite* sont associées à la sakénite; elles renferment des portions presque uniquement formées par un spinelle bleuâtre ou plus rarement d'un vert foncé, mais incolore en lames minces; il est parfois associé à quelques lamelles de phlogopite. Des spinellites analogues, sinon identiques, se rencontrent aussi dans des lentilles calcaires intercalées au milieu des schistes cristallins de la même région; je n'insiste pas davantage, faute de précision, sur le mode de gisement exact de certains des échantillons étudiés.

Des *pyroxénites à spinelle et saphirine* sont formées par un pyroxène gris ou verdâtre, à structure granoblastique, enveloppant les deux minéraux

très alumineux. Un seul échantillon a présenté des plages de scapolite englobant pœcilitiquement ces derniers.

Enfin, une *amphibolite à saphirine* est à plus gros grain que toutes les roches précédentes; elle est essentiellement constituée par une amphibole d'un blanc verdâtre, riche en alumine et assez sodique qui appartient à la variété *edénite*; elle englobe pœcilitiquement de gros grains et de petites baguettes de saphirine.

Je réunis dans le tableau suivant des analyses (faites par M. Raoult) de quelques-uns des types les plus caractéristiques étudiés dans la Note précédente et de ceux dont il vient d'être question.

1. Sakénite presque hololeucocrate.
2. » à spinelle.
3. » à saphirine.
4. » à spinelle et corindon.
5. Corindonite anorthitique.
6. Sakénite à saphirine et pyroxène.
7. Plagioclasite à edénite.
8. Amphibolite à saphirine.
9. Pyroxénite à spinelle et saphirine.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
SiO^2....	44,30	37,68	36,12	24,72	12,28	36,56	44,08	39,24	45,16
Al^2O^3....	31,22	38,72	40,51	47,38	73,60	32,82	24,74	23,15	10,55
Fe^2O^3 ...	0,88	0,71	0,21	2,96	1,89	1,67	1,82	1,13	2,23
FeO.....	0,90	1,07	1,23	1,09	0,79	0,94	1,01	1,58	1,99
MnO	0,03	0,06	0,06	0,04	0,03	»	tr.	0,04	0,06
MgO	1,64	1,85	4,07	6,30	1,87	11,68	9,03	18,92	18,03
CaO.....	18,88	16,34	14,20	9,04	3,92	10,72	16,42	11,86	19,60
Na^2O....	0,33	0,33	0,49	0,60	0,44	1,32	1,18	1,72	0,51
K^2O.....	0,68	1,22	0,92	0,88	1,22	1,13	0,92	0,82	0,92
TiO^2....	tr.	»	»	0,19	tr.	»	»	»	0,17
P^2O^5....	0,07	0,05	0,29	0,10	0,30	»	»	0,11	»
H^2O+....	0,55	1,78	1,40	6,53	3,89	2,35	0,80	1,39	0,85
H^2O.....	0,14	0,33	0,30	0,18	0,13	0,26	0,17	0,08	0,19
MnO	0,59	»	»	0,36	tr.	»	»	»	»
	100,21	100,14	99,80	100,37	100,36	99,99	100,17	100,04	100,26

L'ensemble de ces analyses ([3]) met en évidence les caractéristiques

([3]) Des traces de B^2O^2 n'ont pas été dosées.

chimiques des sakénites et de leurs satellites qui les rangent à part de tous les types connus jusqu'ici dans la famille des plagioclasites et des pyroxénites : pauvreté en silice, en fer, en alcalis, absence complète du titane, faiblesse en phosphore; par contre, on constate la richesse en alumine et en chaux, la magnésie croissant rapidement avec la teneur en barylites qui, pour la plupart, sont exclusivement magnésiens, à l'exception du pyroxène et de l'amphibole. Une telle composition chimique correspond à celle de marnes magnésiennes riches en argile; il n'apparaît aucune trace d'apports extérieurs.

On peut suivre aisément le retentissement de cette composition chimique sur la composition minéralogique. La haute teneur en alumine et en chaux entraîne la production d'anorthite, à l'exclusion de grenat; la pauvreté en silice, associée à la richesse en alumine et à la présence de magnésie, a permis la production de la saphirine et du spinelle, ainsi que du corindon, quand la proportion de magnésie s'abaisse et que celle en alumine augmente. La faible teneur en fer fait comprendre pourquoi tout ce groupe de roches est de couleur blanche ou légèrement teintée de bleu ou de vert, et pourquoi spinelle et saphirine appartiennent à des variétés extrêmement pâles, la biréfringence de la saphirine étant très faible. La teneur en potasse est due à l'existence de quelques paillettes de phlogopite : la proportion plus grande en soude, dans l'amphibolite, entraîne comme conséquence la richesse relative de l'edénite en cet alcali.

L'ensemble de ces caractères donne aux sakénites et à leurs satellites un cachet qui, à tous égards, les distingue nettement des nombreux autres types de plagioclasites et de pyroxénites très calciques qui abondent parmi les paragneiss de la Grande-Ile.

PHYLOGÉNIE. — *Essai d'arbre généalogique du règne animal.* Note [1] de M. Lucien Cuénot.

L'expression traditionnelle d'arbre généalogique, *the tree of life*, suggère la représentation pittoresque d'un tronc portant de nombreuses branches ramifiées et des feuilles vivantes, qui ne répond pas très bien à la réalité; en effet, elle paraît indiquer une différence de structure, qui ne saurait exister, entre tronc, rameaux et feuilles. La succession des êtres est

[1] Séance du 29 janvier 1940.

incontestablement une suite d'espèces, dont chacune a une durée de vie plus ou moins longue, ne dépassant pas un ou plusieurs étages géologiques (c'est pour cela qu'il y a des fossiles caractéristiques); il y a donc un nombre énorme d'espèces disparues, et celles que nous connaissons à l'état fossile ne sont assurément, même pour les formes dont la conservation est la plus facile, qu'une très minime partie de celles qui ont existé. Pour aider la mémoire, nous groupons les espèces en catégories étagées, dont chacune marque ou devrait marquer un point de bifurcation évolutive : genre, tribu, famille, ordre, classe et finalement clade ([2]). Bien des types de structure ou clades ont également disparu et nous ne les connaîtrons jamais, pour des raisons que j'ai données dans une Note antérieure; seulement une trentaine d'entre eux ont persisté jusqu'à l'époque actuelle, et depuis le début du paléozoïque, c'est un fait qu'il ne s'en est pas formé de nouveaux.

Si l'on voulait reprendre la comparaison traditionnelle, on pourrait figurer un buisson à très nombreuses branches ramifiées; la majeure partie de celles-ci et les axes sur lesquels elles ont bourgeonné sont morts définitivement; la base des trente clades actuels est également morte depuis longtemps; il n'y a plus de vivant que leurs extrémités buissonnantes; c'est là que l'évolution se continue, par naissance d'espèces nouvelles et extinction des anciennes, les premières restant toujours dans le cadre structural du clade auquel elles appartiennent.

Les renseignements que fournissent la zoologie et la paléontologie ([3]) nous permettent d'avoir une idée de la succession des clades dans le temps et de leurs rapports de parenté. On est ainsi amené à concevoir un axe en forme d'Y sur lequel s'insèrent les clades actuels, séparés par des intervalles plus ou moins grands qui représentent symboliquement le degré d'affinité des types de structure successifs. La base prend naissance dans cette région indécise où la distinction entre le vivant et l'inerte est difficile, depuis la découverte des ultravirus cristallisables. Sur le pied de l'Y nous placerons d'abord un ensemble d'êtres inférieurs, microbes et Protistes, d'où se détachent les branches végétales, Champignons et végétaux verts, que nous ne suivrons pas; des Protistes sortent aussi des formes franchement animales constituant le grand clade des Protozoaires. Un événement biologique capital, l'association cellulaire, donne naissance aux premiers

---

([2]) Voir, pour explication de ce mot, *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 23.

([3]) *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 736.

Métazoaires sans système nerveux distinct, les Spongiaires, qui ont conservé maints caractères de colonie de Protozoaires; plus tard une seconde révolution organique produit les animaux à système nerveux et à cavité cœlentérique, formant les deux clades des Cnidaires et des Cténophores.

La bifurcation de l'Y est marquée par un troisième événement : la transformation de l'état cœlentérique en un état nouveau cœlomate, où il y a formation d'un intestin autonome avec bouche, séparé des autres cavités du corps et notamment de la cavité des gonades. Sur l'une des branches de l'Y, nous placerons d'abord le grand clade des Échinodermes, à système nerveux encore dispersé, qui, par leur tendance à transformer leur symétrie bilatérale originelle en symétrie rayonnée, ont gardé un trait caractéristique des clades précédents; puis viennent, séparés par de longs intervalles, les petits clades des Balanoglosses et des Ptérobranches; ensuite, s'échelonnent les Tuniciers ou Urochordés, l'Amphioxus ou Céphalochordés, et enfin l'immense clade des Vertébrés, le plus récent de tous.

L'autre branche de l'Y, tout à fait indépendante de la précédente, est beaucoup plus riche en types de structure : elle porte de bas en haut les clades Platodes, Dicyémides-Orthonectides, Némertes, Acanthocéphales, Nématodes-Gastérotriches, Échinodères-Gordiacés, Rotifères, Endoproctes, Ectoproctes, Brachiopodes, Chétognathes, Phoronidiens, Sipunculiens, Échiuriens, Priapuliens, Mollusques, Annélides, Tardigrades, Linguatulides, Onychophores, Arthropodes. La position de certains de ces groupes dans la série ci-dessus n'est pas tout à fait satisfaisante, et sans doute des changements s'imposeront dans l'avenir.

On a souvent tenté d'établir des coupures plus ou moins artificielles dans cette longue série évolutive : Vers, Vermidiens, Trochophoriens, Prosopygiens, Molluscoïdes, Annelés etc.; elles me paraissent assez inutiles, vu l'imprécision de leur définition. Par contre, il serait commode de trouver des termes généraux pour désigner les deux branches de l'Y; les mots d'Hyponeuriens et d'Épineuriens, employés par Lameere, conviendraient bien; ils font allusion à la position sous-intestinale ou sus-intestinale d'une partie importante du système nerveux chez les clades supérieurs de chaque branche; mais ce serait à la condition de faire rentrer dans les Épineuriens les Échinodermes et les Balanoglosses, que Lameere classe dans ses Hyponeuriens.

Les deux voies distinctes sur lesquelles se déroule l'évolution des Cœlomates présentent une symétrie intéressante; elles se terminent l'une

et l'autre par des groupes, Vertébrés et Arthropodes supérieurs, complètement adaptés à la respiration aérienne; ce ne sont plus cette fois les timides essais des Gastéropodes Pulmonés, des Isopodes et des Onychophores, mal affranchis de l'humide; la pleine possession de la surface de la terre et du domaine de l'air est réalisée; d'un côté il y a un exosquelette chitineux hérité des ancêtres marins, à la fois cuirasse défensive, squelette d'insertion musculaire et protection contre la dessiccation; de l'autre des phanères, écailles, poils ou plumes, cuirasse légère et, chez les homéothermes terminaux, protection contre la perte de calories. A l'extrémité des lignées, comme l'a fait ressortir Bergson, nous trouvons l'intelligence et l'instinct sous leurs formes à peu près pures, solutions divergentes mais également élégantes du problème de l'activité psychique. Il y a encore parallélisme dans l'évolution d'un appareil excréteur, débutant chez l'Amphioxus par des protonéphridies à solénocytes, se continuant par des néphrons à entonnoir vibratile ouvert dans le cœlome de divers Poissons, Urodèles et Anoures et se terminant à partir des Reptiles par des néphrons fermés. Sur la branche hyponeurienne de l'Y on retrouve la même séquence : protonéphridies à solénocytes débutant chez les Platodes, néphridies à entonnoir vibratile jusque chez les Péripates, et enfin métanéphridies closes des Arthropodes.

L'arbre généalogique que j'ai décrit succinctement dans cette Note correspond aux idées que je me suis faites au cours d'un enseignement de la zoologie pendant près d'un demi-siècle; il ne s'éloigne pas beaucoup de celui que publia récemment A. Heintz, paléontologiste d'Oslo [4], bien qu'il s'appuie, lors de la furcation des Cœlomates, sur des considérations tout à fait différentes des miennes. La ressemblance est encore notable avec l'arbre figuré par H. G. Wells, J. Huxley et G. P. Wells dans *Science of life* (1931), reproduit par Hurst (*The mechanism of creative evolution*, 1933), et aussi avec la *Phylogenie der Tiere* de Naef (1931). Par contre, il y a d'autres conceptions de descendance, par exemple celle de Lameere (*Précis de Zoologie*, en cours de publication), qui, au moins dans certaines parties, diffèrent considérablement des précédentes. L'accord n'est certes pas réalisé parmi les zoologistes; c'est pourquoi il m'a paru utile de concrétiser une opinion et les principes directeurs dans cet essai d'arbre généalogique.

---

(4) *Die Naturwissenschaften*, 27, 1939, p. 223.

M. **D. Riabouchinsky** fait hommage à l'Académie de son *Introduction à l'étude des groupes motopropulseurs mettant en jeu les vitesses supersoniques.*

NOMINATIONS.

MM. **G. Perrier** et **C. Gutton** sont désignés pour représenter l'Académie à la *Cérémonie annuelle* en mémoire du Général Ferrié, le 16 février 1940.

CORRESPONDANCE.

M. le **Recteur de l'Université de Paris** invite l'Académie à désigner un de ses Membres qui fera partie du *Conseil d'administration du Palais de la Découverte.*

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° C. Toumanoff. *Les Ennemis des Abeilles.*

2° Maurice Rey. *Équilibres chimiques et Métallurgie. La réduction des oxydes. Données thermochimiques et thermodynamiques* (présenté par M. L. Guillet).

3° G. Ribaud. *Les hautes températures* (présenté par M. É. Borel).

ARITHMÉTIQUE. — *Groupe exceptionnel d'une classe de cubiques.* Note de M. **François Châtelet**, présentée par M. Gaston Julia.

J'ai étudié [1] les points exceptionnels d'une cubique de Weierstrass dont les coefficients sont des *entiers* d'un corps algébrique fini k.

J'ai pu étudier de même le groupe exceptionnel d'une *classe* de cubiques par rapport à k. De cette étude résulte, notamment, un procédé pour déterminer les points exceptionnels, dans k, d'une cubique dont les coefficients ne sont plus nécessairement entiers.

---

[1] *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 90.

1. Si deux cubiques de Weierstrass C_1 et C_2 (à coefficients quelconques dans k) appartiennent à une même classe (Γ) par rapport à k [2], il existe au moins une homologie H, à coefficients dans k, qui transforme C_1 en C_2; cette homologie définit un isomorphisme holoédrique entre les groupes de points dans k, de C_1 et C_2. On peut donc appeler *groupe exceptionnel d'une classe par rapport à k*, le groupe exceptionnel commun (à des isomorphismes holoédriques près) à toutes les cubiques de la classe.

Or dans toute classe (par rapport à k) existent des cubiques de Weierstrass *à coefficients entiers*, et l'on sait obtenir une telle cubique C_0 appartenant à une classe donnée (Γ). La méthode de ma Note précédente permet d'obtenir les points exceptionnels de C_0 dans k et leur groupe, donc aussi le groupe exceptionnel de la classe (Γ). De plus, si C_i est une autre cubique de la classe (Γ), on sait déterminer une homologie H, à coefficients dans k, qui transforme C_0 en C_i et qui permet donc de déduire les points exceptionnels dans k de C_i de ceux de C_0 :

On a ainsi *une méthode pour déterminer, dans un corps k, la constitution du groupe exceptionnel d'une classe donnée et les points exceptionnels d'une cubique de Weierstrass donnée.*

2. Si deux cubiques de Weierstrass C_1 et C_2, à coefficients dans k, ont même module, il existe une extension finie k' de k, telle que C_1 et C_2 appartiennent à la même classe par rapport à k'. Cette remarque m'a conduit à étudier la façon dont s'applique la méthode précédente aux différentes classes (Γ) (par rapport à k) ayant un module donné M. J'ai ainsi montré que les groupes exceptionnels de toutes ces classes (classes qui sont en nombre infini) font partie (à des isomorphismes holoédriques près) d'un ensemble fini. L'on peut (à l'aide d'un nombre fini d'opérations sur des nombres entiers) obtenir cet ensemble de groupes et, pour chacun de ces groupes, déterminer la famille des classes (Γ) (de module M) qui l'admettent pour groupe exceptionnel.

En particulier, si M n'est ni harmonique, ni équiharmonique, *les classes* (Γ) *ont toutes même groupe exceptionnel*, engendré par 0, 1 ou 2 termes indépendants d'ordre 2, *sauf peut-être un nombre fini d'entre elles.*

3. Voici quelques exemples d'application de ces résultats.

Les cubiques ayant même module que la cubique

$$y^2 = x^3 - x - 1,$$

n'ont de point exceptionnel dans aucun corps du second degré.

---

(2) Sur la définition d'une classe, d'après H. Poincaré, voir par exemple ma Note des *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 1532.

Pour qu'une cubique, qui a même module que la cubique C_1

$$y^2 = x^3 - 9x + 9,$$

ait des points exceptionnels dans R (corps des nombres rationnels), il faut qu'elle soit dans la même classe que C_1 (par rapport à R); le groupe exceptionnel (dans R) de C_1 est cyclique et d'ordre 3, il peut être engendré par le point (3, 3)

Le groupe exceptionnel, dans R, d'une cubique, qui a même module que la cubique C_2

$$y^2 = x^3 - 2x + 1,$$

est cyclique et d'ordre 2, sauf si cette cubique appartient à la classe de C_2 (par rapport à R) ou à la classe de C'_2

$$y^2 = x^3 - 50x + 125.$$

Les groupes exceptionnels de C_2 et de C'_2 (dans R) sont cycliques et d'ordre 4; celui de C_2 peut être engendré par le point (0, 1); celui de C'_2 peut être engendré par le point (10, 25).

J'ai encore retrouvé les points exceptionnels dans R des cubiques harmoniques et équiharmoniques, que Fueter et Nagell [3] ont obtenus par d'autres voies; j'ai obtenu, en outre, les points exceptionnels dans un corps du second degré de ces cubiques.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Nouvelles classes de lois limites.* Note de M. Michel Loève, présentée par M. Émile Borel.

1. Une suite de lois $\mathcal{L}_n$ est convergente si $\mathcal{L}_n \to \mathcal{L}$ pour $n \to \infty$, $\mathcal{L}$ étant une loi proprement dite. Nous supposerons que $\mathcal{L}$ n'est pas dégénéré, c'est-à-dire correspond à plus d'une valeur possible.

$\mathcal{L}$ est divisible par $\mathcal{L}'$ (au sens de Paul Lévy) s'il existe une loi $\mathcal{L}''$ telle que les fonctions de distribution respectives $F(x)$, $F'(x)$, $F''(x)$ soient liées par

$$F(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} F'(x-\xi)\, dF''(\xi).$$

Lemme. — Les lois limites de deux suites convergentes $\{\mathcal{L}_n\}$ et $\{\mathcal{L}'_n\}$,

(3) R. Fueter, *Comm. math. Helv.*, 2, 1930, p. 69-89; T. Nagell, *Vid. Akad. Skrifter Oslo*, 1, 1935, p. 1-25.

telles que $\mathcal{L}_n$ soit divisible par $\mathcal{L}'_n$ pour tout n, sont divisibles l'une par l'autre.

2. *Lois limites de sommes.* — Soit une série de variables aléatoires (v. a.) indépendantes

$$X_1 + X_2 + \ldots + X_n + \ldots. \tag{1}$$

Désignons par $S_1, S_2, \ldots, S_n$ les sommes successives et par $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$ une suite de constantes positives.

Si, au moins pour une suite de valeurs de n indéfiniment croissantes, $a_n/a_{n+1} \to \alpha\ (0 < \alpha < 1)$, et si, pour les mêmes valeurs de n, la suite des lois des S_n/a_n converge vers $\mathcal{L}$ à fonction de distribution (f. de d.) $F(x)$, celle-ci est divisible par la loi $\mathcal{L}^{\alpha}$ à f. de d. $F(x/\alpha)$.

Inversement, *toute loi $\mathcal{L}$ divisible par $\mathcal{L}^{\alpha}$ est une loi limite de sommes d'aléatoires indépendantes*, avec $\lim a_n/a_{n+1} = \alpha$.

Le problème des *lois limites de classe* L, résolu par M. Paul Lévy [1], supposait essentiellement que, pour n assez grand, tous les termes de s_n étaient négligeables devant cette somme, et l'extension naturelle de ses résultats, qui précède, conduit à la notion de nouvelles classes de lois : *Une classe L_α est l'ensemble des lois $\mathcal{L}$ divisibles par $\mathcal{L}^{(\alpha)}$.*

3. *Classes L_α.* — Si une loi $\mathcal{L}$ du type T est divisible par $\mathcal{L}' \varepsilon T'$, à chaque loi de T on peut faire correspondre une loi de T' qui la divise. Nous dirons que le type T est divisible par le type T' (si $T = T'$, $\mathcal{L} \neq \mathcal{L}'$, il y a divisibilité non triviale). *Tout type d'une classe L_α est divisible par lui-même d'une manière non triviale, et réciproquement.*

On a $L_\alpha \subset L_{\alpha^2} \subset \ldots \subset L_{\alpha^n} \subset \ldots$ et, d'une manière générale, *si* $\log\alpha/\log\beta$ *est rationnel,* L_α *et* L_β *font partie d'une même classe.*

M. Paul Lévy nous a fait remarquer que, si $T \neq T'$, T divisible par T' et T' divisible par T, T et T' appartiennent à une même classe L_α.

Désignons par $\xi_0, \xi_1, \ldots, \xi_n, \ldots$ des v. a. indépendantes et équiprobables.

La condition nécessaire et suffisante pour qu'une loi $\mathcal{L}$ soit de la classe L_α est qu'elle soit loi d'une série de la forme

$$\xi_0 + \alpha\xi_1 + \alpha^2\xi_2 + \ldots + \alpha^n\xi_n + \ldots. \tag{2}$$

Les v. a. ξ représentatives de $\mathcal{L}$ sont distribuées suivant $\mathcal{L}/\mathcal{L}^{(\alpha)}$; le produit des lois de la classe L_α est encore une loi de cette classe et, inversement, si la loi des ξ d'une $\mathcal{L} \varepsilon L_\alpha$ est décomposable, $\mathcal{L}$ est décomposable en autant d'éléments de cette classe.

---

[1] *Théorie de l'addition des variables aléatoires*, Chap. VII, § 55.

4. *Éléments indéfiniment divisibles* (*i. d.*). — Revenons à la série (1). La loi dont dépend X_n/a_n tend vers une loi limite lorsque la suite des S_n/a_n est convergente et c'est précisément la loi des ξ correspondants. Si $a_n \to \infty$ et $\alpha = 1$, cette loi est dégénérée; comme on peut dans ce cas extraire de la suite des a_n des suites partielles $\{a_{n_k}\}$ telles que $a_{n_k}/a_{n_{k-1}} \to \alpha < 1$ *quelconque*, on peut considérer L comme la classe dégénérée des classes L_α, en ce sens que L *appartient à toutes les* L_α *et qu'inversement une loi appartenant à toutes les* L_α *est élément de* L.

Tout élément de L est évidemment i. d. D'une manière générale, si la loi limite de X_n/a_n est i. d., il en est de même de la loi $\mathcal{L} \varepsilon L_\alpha$ correspondante. Soit alors $\mathfrak{N}(u)$: $\mathfrak{N}^-(u)$ pour $u < 0$, $\mathfrak{N}^+(u)$ pour $u > 0$, sa fonction de loi i. d. de Paul Lévy. (C_i) $(i = 1, 2, \ldots)$ étant les courbes représentatives des fonctions $\mathfrak{N}_i(v)$, où $v = \log|u|$, égales respectivement à $\mathfrak{N}^-(u)$ et $-\mathfrak{N}^+(u)$:

Pour que $\mathcal{L}$ *i. d. soit* εL_α, *il faut et il suffit que les* $\mathfrak{N}_i(v)$ *soient convexes « à l'échelle* $|\beta| = |\log \alpha|$ *de l'axe des abscisses »*, c'est-à-dire que toute ligne polygonale inscrite dans (C_i) et dont les côtés ont pour projections $|\beta|$ sur l'axe des v soit convexe.

Si L_α dégénère en L, on retrouve la convexité des $\mathfrak{N}_i(v)$.

Remarque. — Soit une suite de types de sommes de v. a. indépendantes ayant deux éléments d'accumulation non dégénérés

$$\text{Loi}\left\{\frac{S_{n_k}}{a_k}\right\} \to \mathcal{L}, \qquad \text{Loi}\left\{\frac{S_{n'_k}}{a'_k}\right\} \to \mathcal{L}'.$$

Si $n_k > n'_k$ et $a_k \leqq c a'_k$, $T(\alpha)$ est divisible par $T(\alpha')$. Si de plus il s'agit de lois i. d., α existe tel que $\Delta\mathfrak{N}(\alpha_u) \geqq \Delta\mathfrak{N}'(u)$ dans tout intervalle de u ne comprenant pas l'origine.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les valeurs exceptionnelles des fonctions entières et méromorphes d'ordre fini.* Note de M. **Jean Anastassiadis**, présentée par M. Paul Montel.

Le théorème de M. Picard donne une limite supérieure du nombre des valeurs exceptionnelles d'une fonction entière ou méromorphe; on a cherché ensuite à déterminer ces valeurs elles-mêmes, lorsqu'elles existent.

M. Calugareano [1] a démontré que les valeurs exceptionnelles d'une

---

[1] *Bull. Sc. math.*, 2e série, 54, 1930, p. 17-32.

fonction entière ou méromorphe de genre fini sont des racines d'une équation de degré égal au genre de la fonction. M. Ghermanescu ([2]) a poussé plus loin cette étude.

Je me propose, en suivant une direction indiquée par M. Paul Montel, de compléter la détermination des valeurs exceptionnelles d'une fonction entière ou méromorphe de genre fini. Voici les principaux résultats :

Si une fonction entière d'ordre p

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n z^n$$

a une valeur exceptionnelle, ce nombre est une fonction rationnelle des $2p+1$ premiers coefficients du développement de Taylor de la fonction.

Réciproquement, si on donne le développement d'une fonction entière $f(z)$, on peut vérifier si la fonction a une valeur exceptionnelle et, dans l'affirmative, la calculer. Dans ce cas, la fonction se met sous la forme

$$a + (c_0 - a)\, e^{\int_0^z P(z)\,dz},$$

où les coefficients du polynome $P(z)$ et la valeur exceptionnelle a sont des fonctions rationnelles des coefficients du développement de $f(z)$.

On peut énoncer aussi le théorème suivant :

Soient deux fonctions entières d'ordre p admettant chacune une valeur exceptionnelle. Si 2p coefficients consécutifs de leurs développements sont les mêmes pour les deux fonctions, les fonctions se confondent.

En faisant une transformation homographique, on peut supposer que les deux fonctions aient la même valeur exceptionnelle. Dans ce cas, il suffit pour l'identité des deux fonctions que les p premiers coefficients soient les mêmes.

On trouve des résultats analogues pour les valeurs exceptionnelles de rang m et pour les polynomes exceptionnels au sens de M. Borel.

Pour les fonctions méromorphes d'ordre fini, on a le théorème suivant :

Une fonction méromorphe

$$f(z) = \frac{g(z)}{h(z)}$$

d'ordre p a au maximum deux valeurs exceptionnelles qui sont racines d'une

([2]) *Annales École Norm. Sup.*, 3e série, 52, 1935, p. 221-268.

équation du second degré contenant les 2p premiers coefficients de $f(z)$ et $h(z)$, ou de $g(z)$ et $h(z)$. Si la fonction a une seule valeur exceptionnelle, cette valeur est une fonction rationnelle des $2p+1$ premiers coefficients de $f(z)$ et $h(z)$, ou de $g(z)$ et $h(z)$.

On peut obtenir ainsi des conditions nécessaires et suffisantes pour que la fonction méromorphe $f(z)$ ait deux, une ou zéro valeurs exceptionnelles.

Le théorème de M. Picard pour les fonctions méromorphes d'ordre fini se trouve ainsi démontré et complété.

On obtient aussi des conditions nécessaires et suffisantes pour que deux fonctions méromorphes d'ordre fini, ayant des valeurs exceptionnelles, soient identiques.

ÉLASTICITÉ. — *Sur les réactions élastiques des terrains.* Note de M. **Pierre Despujols**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Nous avons indiqué (¹) que les équations indéfinies de l'équilibre élastiques se ramenaient, dans le cas d'un milieu homogène et isotrope soumis à la seule action de forces extérieures, aux équations

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=\mathrm{P},\\ &\frac{\partial u}{\partial y}-\frac{\partial v}{\partial x}=\frac{\lambda+2\mu}{\mu}\mathrm{Q},\end{aligned}\right.$$

dans lesquelles P et Q sont deux fonctions satisfaisant aux équations

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial \mathrm{P}}{\partial x}+\frac{\partial \mathrm{Q}}{\partial y}=0,\\ &\frac{\partial \mathrm{P}}{\partial y}-\frac{\partial \mathrm{Q}}{\partial x}=0.\end{aligned}\right.$$

Nous allons appliquer cette remarque au cas d'une poutre de dimensions infinies reposant, soit sur deux appuis indéfinis rigides, soit sur des appuis linéaires parallèles.

Prenons l'axe des x horizontal, l'axe des y vertical et plaçons l'axe des z à égale distance des deux appuis ou à l'aplomb d'un appui linéaire.

(¹) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 549.

Dans le premier cas nous prendrons, pour P et Q, les fonctions

$$P = \cos\frac{\alpha}{2}\left(S + \frac{1}{S}\right), \qquad Q = \sin\frac{\alpha}{2}\left(S - \frac{1}{S}\right),$$

α désignant l'angle sous lequel on voit les appuis distants de $2a$ et S ayant pour expression

$$S = \left[\frac{(x+a)^2+y^2}{(x-a)^2+y^2}\right]^{\frac{1}{4}}.$$

Pour résoudre les équations (1) nous remarquerons, d'une part, que les différentielles

$$dU_1 = \cos\frac{\alpha}{2}\left(S + \frac{1}{S}\right)dx + \sin\frac{\alpha}{2}\left(S - \frac{1}{S}\right)dy,$$
$$dV_2 = -\sin\frac{\alpha}{2}\left(S - \frac{1}{S}\right)dx + \cos\frac{\alpha}{2}\left(S + \frac{1}{S}\right)dy$$

sont des différentielles totales ; d'autre part, que les fonctions

$$U_3 = -y\sin\frac{\alpha}{2}\left(S - \frac{1}{S}\right), \qquad V_3 = y\cos\frac{\alpha}{2}\left(S + \frac{1}{S}\right)$$

satisfont aux équations

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = \cos\frac{\alpha}{2}\left(S + \frac{1}{S}\right), \qquad \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x} = -\sin\frac{\alpha}{2}\left(S - \frac{1}{S}\right),$$

de sorte que l'on peut déterminer des nombres c_1, c_2 et c_3 tels que les fonctions

$$u = c_1 U_1 + c_3 U_3, \qquad v = c_2 V_2 + c_3 V_3$$

satisfassent aux équations (1).

Il suffit, pour satisfaire aux conditions aux limites, de donner à c_1 et c_2 des valeurs convenables et de faire appel, pour compléter u et v, à des fonctions linéaires. On trouve

$$u = \frac{F}{4\mu(\lambda+\mu)}[\mu U_1 - (\lambda+\mu)U_3 - (\lambda+2\mu)x],$$
$$v = \frac{F}{4\mu(\lambda+\mu)}[(\lambda+2\mu)U_2 - (\lambda+\mu)U_3 + \lambda y],$$

F désignant la pression à laquelle les terrains sont soumis à une hauteur infinie.

Pour résoudre le problème de l'appui linéaire simple, il suffit de prendre

pour P et Q les fonctions

$$P = \frac{y}{r^2}, \qquad Q = -\frac{x}{r^2}.$$

Les calculs peuvent se conduire comme précédemment, et l'on obtient

$$(3) \qquad \begin{cases} u = \dfrac{\pi}{4} - \dfrac{1}{2} \operatorname{arc\,tang} \dfrac{y}{x} - \dfrac{\lambda + 2\mu}{2\mu} \dfrac{xy}{r^2}, \\ v = \dfrac{\lambda + 2\mu}{2\mu} \left(\log r - \dfrac{y^2}{r^2} \right). \end{cases}$$

Si la poutre est soutenue par des appuis parallèles distants de $2a$, les déplacements sont donnés par les formules

$$(4) \qquad \begin{cases} u = \dfrac{2aF}{\pi(\lambda + \mu)} \displaystyle\sum_{-\infty}^{+\infty} u_n - \dfrac{(\lambda + 2\mu) F x}{4\mu(\lambda + \mu)}, \\ v = \dfrac{2aF}{\pi(\lambda + \mu)} \displaystyle\sum_{-\infty}^{+\infty} v_n + \dfrac{\lambda F y}{4\mu(\lambda + \mu)}; \end{cases}$$

u_n et v_n étant les déplacements exprimés par les formules (3) pour l'appui linéaire de rang n, situé à la distance $2na$.

Considérons enfin des appuis parallèles d'écartements variables et exerçant des pressions quelconques $2a_n F_n$, $2a_n$ étant égal à la moitié de la distance entre les appuis de rang $n-1$ et $n+1$. Pour que les déplacements soient donnés par les formules (4), $a_n F_n$ rentrant sous le signe Σ, il suffit que l'on puisse diviser l'axe des x en segments assez grands pour que, dans chacun d'eux, la valeur moyenne des pressions d'appui soit aussi voisine de F que l'on voudra.

HYDRAULIQUE. — *Sur les relations existant entre le débit limite q_a, la force d'entraînement limite T_a et la vitesse limite v_a dans les problèmes du charriage de matériaux solides roulés.* Note (¹) de M. **Charles Jaeger**, présentée par M. Charles Fabry.

On connaît les efforts tentés par Du Boys, Wilhelm, Conti, Eisner, Shields, Rouse etc. pour découvrir les lois des phénomènes du charriage des matériaux dans les cours d'eau à fond mobile. Constatant combien il

(¹) Séance du 22 janvier 1940.

est difficile d'aborder l'étude de ces problèmes en partant du grain de matière se détachant du lit, puis emporté par le courant, nous avons cherché à procéder par la méthode inverse, en soumettant les formules empiriques trouvées par divers auteurs à une analyse serrée. Nous limitons nos recherches au cas de matériaux de dimensions pas trop fines, roulés par un courant turbulent. Fait remarquable, dans le cas du charriage de matériaux point trop fins, roulés en mouvement turbulent, la loi de similitude de Froude généralisée est certainement valable, en sorte que nous avons un moyen d'orienter nos recherches en nous imposant de ne retenir que des formules empiriques conformes à cette loi.

Un examen comparatif des diverses formules empiriques publiées à ce jour nous a fait retenir la formule du charriage des matériaux roulés en mouvement turbulent, donnée par Meyer-Peter, Favre et Einstein [2],

$$\frac{q^{\frac{2}{3}}J}{D} = a'\left(\frac{\gamma_s-\gamma}{\gamma}\right)^{\frac{10}{9}} + b'\left(\frac{\gamma_s-\gamma}{\gamma}\right)^{\frac{1}{3}}\frac{g^{\star\frac{2}{3}}}{D} \tag{1}$$

(où $q=$ débit liquide par unité de largeur, $g^\star=$ débit solide par unité de largeur, $J=$ pente de la ligne d'énergie, $D=$ diamètre caractéristique du gravier, $\gamma_s=$ poids spécifique du gravier, $\gamma=$ poids spécifique de l'eau, a' et $b'=$ constantes déterminées expérimentalement). Dans le cas *limite* où $g^\star$ est encore nul ($g^\star=0$), nous avons

$$q = q_a = h_a v_a = \left(\frac{Da'}{J}\right)^{\frac{3}{2}}\left(\frac{\gamma_s-\gamma}{\gamma}\right)^{\frac{5}{3}} \tag{2}$$

($h=h_a=$ hauteur d'eau, $v=v_a=$ vitesse moyenne pour $g^\star=0$).

Définissons, en première approximation, la force d'entraînement

$$T = \gamma h J, \tag{3}$$

et exprimons la vitesse moyenne v au moyen de la relation de Gauckler-Manning-Strickler

$$v = c' D^{-\frac{1}{6}} h^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}, \tag{4}$$

où c' est un coefficient de rugosité constant. Les formules (1) à (4) sont toutes conformes à la loi de Froude. En les combinant entre elles, nous obtiendrons de nouvelles formules qui resteront toutes conformes à cette loi.

---

[2] *Schweizerische Bauzeitung*, 103, 1934, XIII, p. 147-150.

En éliminant h entre (2) et (3) nous obtenons la force d'entraînement limite

$$(5) \qquad \frac{T_a}{\gamma} = \left[\left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right)^{\frac{10}{9}} D\right]^{\frac{3}{2}} a'^{\frac{3}{2}} v^{-1} J^{-\frac{1}{2}},$$

qui rappelle la formule empirique de Schoklitsch-Neményi ([3]). Éliminons encore v; on trouve

$$(6) \qquad \frac{T_a}{\gamma} = \left[\left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right) D\right] \frac{\gamma^{\frac{3}{5}} a'^{\frac{9}{10}}}{c'^{\frac{3}{5}}} \frac{1}{J^{\frac{4}{5}}}.$$

Or Eisner, s'appuyant sur des considérations théoriques, a montré que T_a est vraisemblablement donné par une formule de la forme ([4])

$$\frac{T_a}{\gamma} = \left[\left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right) D\right] \frac{1}{J} \Psi,$$

où Ψ est une fonction de nombre de Reynolds et de relations qui seraient données par des théories aérodynamiques. La formule d'Eisner, que rappelle notre formule (6), semble confirmée par les essais de Casey, Shields, Indri etc.

Si, au lieu d'éliminer v, on élimine T, on trouve

$$(7) \qquad v_a = C'^{\frac{3}{5}} \left[a' \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right)\right]^{\frac{3}{5}} \frac{D^{\frac{1}{2}}}{J^{\frac{3}{10}}},$$

relation rappelant une formule théorique bien connue de Conti ([5]) et confirmée, quant à la puissance affectant le terme D, par les mesures de Schaffernak, Scobey, Welikanoff etc.

Les relations nouvelles (5), (6) et (7), déduites de la formule empirique des débits solides charriés (1) de Meyer-Peter, Favre et Einstein et des équations (2), (3) et (4), ont bien l'aspect qu'on s'attendait à leur voir prendre, tant en raison de considérations théoriques (Eisner, Conti) que d'après les essais de Casey, Shields, Indri, Schaffernak etc. Nous voyons dans ce fait une intéressante justification de la formule (1) qui semble bien avoir les caractères d'une relation de nature physique.

([3]) NEMÉNYI, *Die wasserbauliche Strömungslehre*, Leipzig, 1933, p. 135.

([4]) EISNER et SCHILLER, *Strömungslehre der Rohre und offenen Gerinne*, Leipzig, 1932, p. 420-430.

([5]) *Trasporto solido nei corsi d'acqua* [*Annali dei Lavori Pubblici* 1930, 1931 et 1932, paru en volume, Rome, 1932, p. 26.

Certaines expériences (Indri) paraissent prouver que T_a et c_a sont en réalité indépendants de J. Pour éliminer J de (6) et (7), il nous faudrait cependant disposer d'une équation supplémentaire qui ne pourrait nous être donnée que par les théories modernes de la turbulence. La recherche de cette équation est l'une des tâches les plus délicates réservées aux hydrauliciens s'occupant du problème du charriage des matériaux solides roulés.

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur l'écoulement permanent à l'entrée d'un canal découvert.* Note ([1]) de M. **Léopold Escande**, transmise par M. Charles Camichel.

Nous avons indiqué ([2]) les différents aspects de l'écoulement, en régime permanent, à l'entrée d'un canal découvert, dans le cas où il existe des contractions latérales appréciables. Nous avons établi les relations théoriques concernant l'écoulement axial, d'une part, et l'écoulement critique, d'autre part. Nous avons montré comment on dispose d'une équation supplémentaire lorsque l'extrémité amont du canal forme ajutage rentrant à l'intérieur du bassin, et quelle est la forme particulière et plus simple prise dans ce cas par les équations générales. La présente Note a pour objet l'exposé des résultats expérimentaux obtenus sur un canal de 20^{cm} de largeur, à parois en verre :

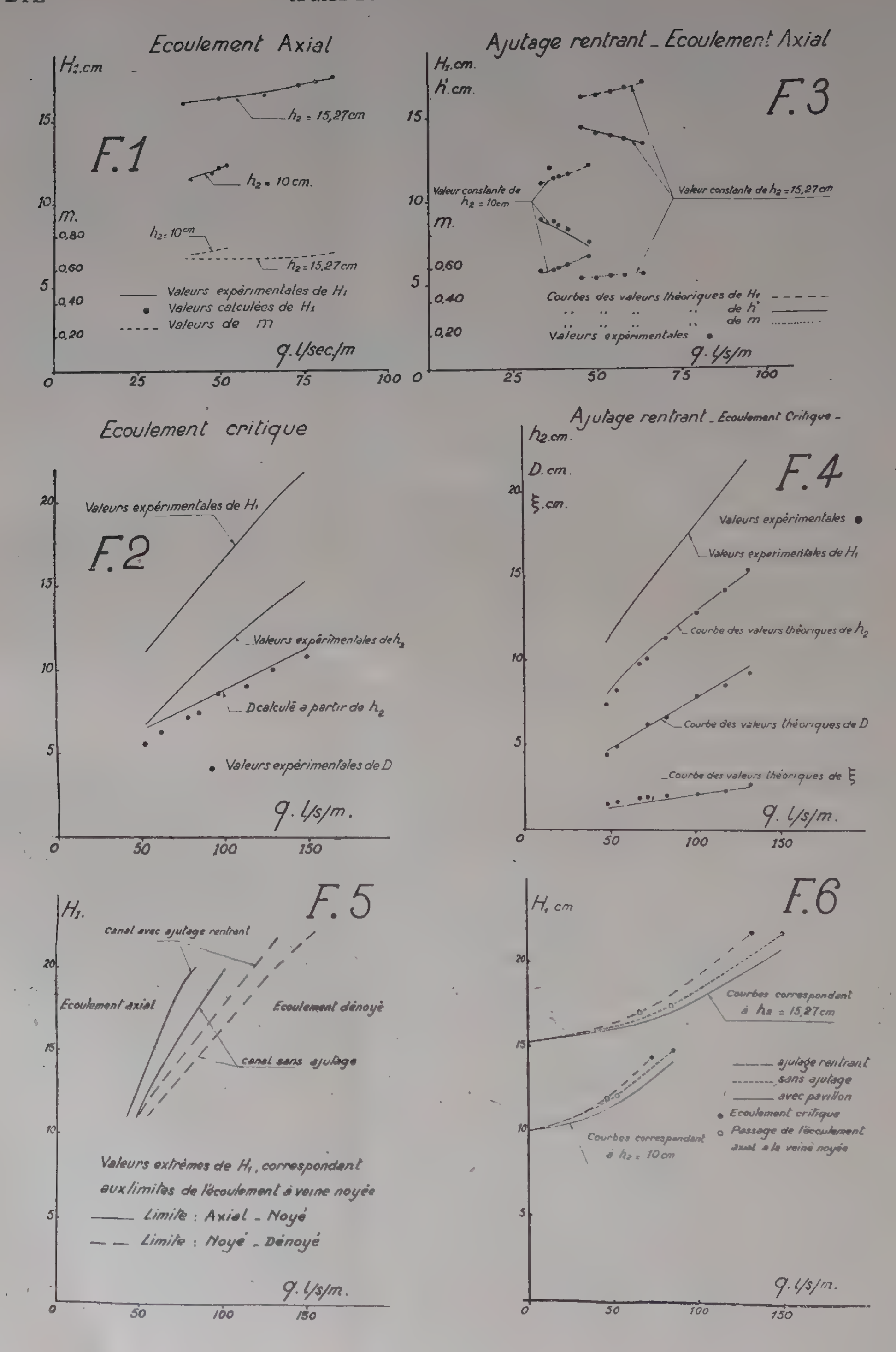
I. Avec le canal sans tubulure ni ajutage, nous avons vérifié les relations théoriques relatives à l'écoulement axial, de la manière suivante : à partir des valeurs mesurées de q, h_2, h', on calcule la perte de charge ξ, au moyen de l'équation (3); en lui ajoutant la charge totale H_2 dans la section S_2 et la perte de charge ξ' qui existe dans le canal, pour les mêmes valeurs de q et de h_2, en l'absence de singularités (canal muni d'un pavillon supprimant les contractions initiales), on calcule la charge totale amont H_1; comme on le voit sur la figure 1, les valeurs ainsi obtenues coïncident bien avec les résultats expérimentaux, pour deux séries de mesures correspondant à deux valeurs de h_2 maintenues constantes, $h_2 = 15^{cm},27$ et $h_2 = 10^{cm}$.

Sur cette figure 1 sont également indiquées les valeurs du coefficient de contraction m, obtenues au moyen de l'équation (1).

II. La figure 2 concerne l'écoulement critique, pour un canal sans tubulure ni ajutage; elle fournit, en fonction du débit q, la charge totale

(1) Séance du 29 janvier 1940.

(2) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 133.


Ecoulement Axial
F.1
H_1.cm
h_2 = 15,27cm
h_2 = 10 cm.
m.
h_2 = 10cm
h_2 = 15,27cm
Valeurs expérimentales de H_1
Valeurs calculées de H_1
Valeurs de m
q. l/sec/m
Ajutage rentrant _ Ecoulement Axial
F.3
H_1.cm.
h'.cm.
m.
Valeur constante de h_2 = 10cm
Valeur constante de h_2 = 15,27cm
Courbes des valeurs théoriques de H_1
de h'
de m
Valeurs expérimentales
q. l/s/m
Ecoulement critique
F.2
Valeurs expérimentales de H_1
Valeurs expérimentales de h_2
D calculé à partir de h_2
Valeurs expérimentales de D
q. l/s/m.
Ajutage rentrant _ Ecoulement Critique _
F.4
h_2.cm.
D.cm.
ξ.cm.
Valeurs expérimentales
Valeurs expérimentales de H_1
Courbe des valeurs théoriques de h_2
Courbe des valeurs théoriques de D
Courbe des valeurs théoriques de ξ
q. l/s/m.
F.5
H_1.
Canal avec ajutage rentrant
Ecoulement axial
Ecoulement dénoyé
canal sans ajutage
Valeurs extrêmes de H_1, correspondant aux limites de l'écoulement à veine noyée
Limite : Axial _ Noyé
Limite : Noyé _ Dénoyé
q. l/s/m.
F.6
H_1 cm
Courbes correspondant à h_2 = 15,27cm
Courbes correspondant à h_2 = 10 cm
ajutage rentrant
sans ajutage
avec pavillon
Ecoulement critique
Passage de l'écoulement axial à la veine noyée
q. l/s/m.

amont H_1, le tirant d'eau aval h_2 et les valeurs théoriques et expérimentales de D.

III. La figure 3 est relative à l'écoulement axial en tête d'un canal formant ajutage rentrant à l'intérieur du bassin. A partir des valeurs mesurées du débit par unité de largeur q et du tirant d'eau aval h_2, on a calculé la charge totale amont H_1, au moyen de la relation (9); puis on a évalué h' par l'équation (8), et le coefficient de contraction m a été enfin déduit de la relation (7); les valeurs ainsi calculées de H_1, h' et m sont comparées, sur la figure 3, aux résultats fournis par les mesures directes : la coïncidence est très bonne. On observe que les mesures se répartissent en deux séries correspondant aux mêmes valeurs constantes de h_2 que pour le canal sans ajutage, ce qui rend immédiate la comparaison des résultats obtenus dans les deux cas; l'examen comparatif des figures 1 et 3 montre l'accroissement des contractions latérales dans le cas de l'ajutage rentrant.

IV. La figure 4 est relative au cas de l'écoulement critique, lorsqu'il existe un ajutage rentrant. A partir des valeurs mesurées de H_1 et q, on calcule D par la relation (11), puis ξ_1 au moyen de l'équation (10), h_2 à l'aide de (5), ξ_2 en utilisant (6) et enfin la perte de charge totale $\xi = \xi_1 + \xi_2$. La figure 4 montre la comparaison entre les valeurs ainsi calculées et celles qui sont directement fournies par l'expérience. La coïncidence est toujours bonne.

V. La figure 5 fournit les frontières séparant l'écoulement noyé de l'écoulement axial et de l'écoulement dénoyé, dans le cas du canal ordinaire et dans celui de l'ajutage rentrant.

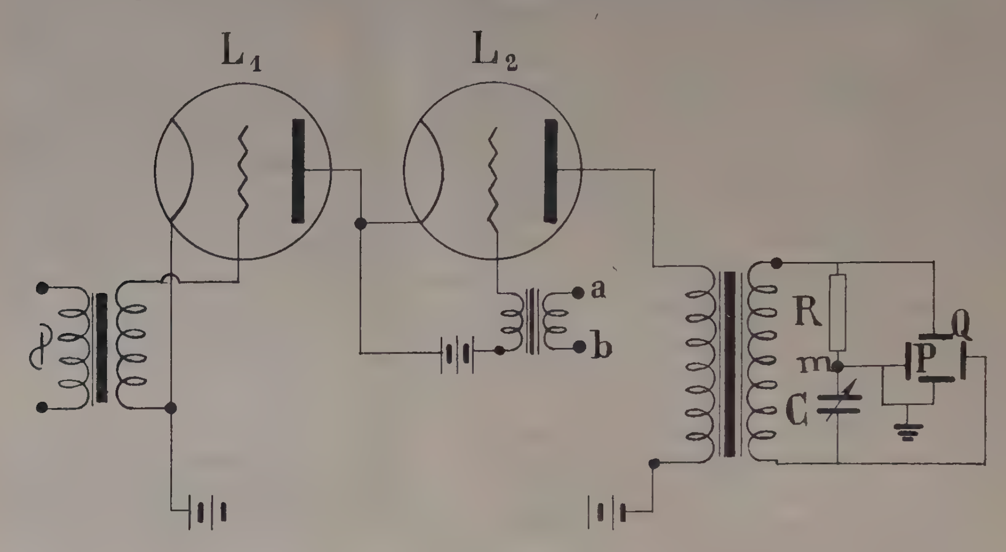
VI. La figure 6 fournit les valeurs de la charge totale H_1, en fonction du débit q, pour les deux valeurs constantes de h_2 étudiées, dans le cas du canal ordinaire, de l'ajutage rentrant et du canal muni d'un pavillon supprimant les contractions. On voit que les pertes de charge, notablement réduites par la présence du pavillon, sont, au contraire, nettement plus fortes dans le cas de l'ajutage rentrant.

ÉLECTRICITÉ. — *Dispositif de balayage circulaire à déviation radiale applicable aux tubes cathodiques à montage dissymétrique des plaques.* Note (¹) de M. **Rostislav Vichnievsky**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le montage figuré comprend un amplificateur à couplage par transformateurs. Dans le circuit plaque de la lampe amplificatrice L_1 est placée,

(¹) Séance du 22 janvier 1940.

en série avec l'enroulement du primaire du transformateur, une résistance variable. Cette résistance est constituée par la résistance interne d'une triode L_2 dont la cathode est reliée à la plaque de la lampe amplifi-



catrice L_1 et la plaque à l'enroulement du transformateur, tandis que la grille convenablement polarisée est reliée en *a* et *b* au circuit où se produit le signal à étudier.

Le secondaire du transformateur débite sur un ensemble constitué par une résistance ohmique élevée R et une capacité C dont l'impédance est voisine de la résistance R. Le point commun *m* entre la capacité et la résistance est mis à la terre de même que les plaques P. Les deux autres plaques Q sont branchées aux bornes du secondaire du transformateur. Ainsi les deux tensions sinusoïdales décalées de 90° appliquées aux deux paires de plaques font décrire au spot une trajectoire très voisine d'un cercle. L'amplitude de ces tensions sinusoïdales est fonction du courant traversant l'enroulement primaire du transformateur et par conséquent de la valeur de la résistance placée en série avec cet enroulement. Le phénomène à étudier, exerçant son action sur la grille de la lampe L_2, fait varier sa polarisation et par suite sa résistance interne. L'augmentation de la résistance interne de la triode se traduit par une diminution du rayon du cercle.

Si l'on superpose en *a* et *b* la tension à étudier et une tension de balayage linéaire, le balayage circulaire précédent est transformé en un balayage en spirale.

OPTIQUE. — *Variations d'absorption d'un verre coloré au sélénium en fonction de la température.* Note (1) de MM. **Jean Escher-Desrivières** et **Yves Godron**, présentée par M. Armand de Gramont.

Luckiesh (2) signalait en 1919 l'influence très générale de la température sur la teinte et la transparence des verres colorés dans la masse; les variations enregistrées dans le domaine de 20 à 300° sont, selon les espèces, de sens et de grandeur rigoureusement spécifiques, mais le plus souvent de faible amplitude.

Ultérieurement Hyde, Cady et Forsythe ont montré l'existence de variations de même nature, mais exceptionnellement accentuées, intéressant un verre rouge au sélénium. A 80 degrés, un échantillon de ce produit est nettement plus foncé qu'à 20 degrés. Les courbes de transmission correspondantes se déduisent l'une de l'autre par une translation parallèle à l'axe des longueurs d'onde, le décalage se chiffrant par 100 unités angström environ.

Nous nous sommes proposé d'étudier par la méthode de Hyde les mutations spectrophotométriques avec la température d'un verre coloré au sélénium de nuance orangée à froid.

Le dispositif expérimental comportait un petit four cubique à résistance chauffante de 8^{cm} de côté, muni de deux fenêtres en glace incolore, et disposé à demeure sur la plate-forme d'un spectrophotomètre. L'échantillon coloré (carré de 2^{cm} de côté et d'épaisseur 5^{mm}) était au centre du four. Nous avons effectué des mesures complètes de facteurs de transmission correspondant à différents régimes stables définis au moyen d'un couple thermoélectrique chromel-alumel, enroulé en spirale au voisinage immédiat du verre. Nous avons maintenu à température constante la soudure froide du couple et effectué les mesures thermiques au potentiomètre.

Les courbes ci-après représentent les résultats obtenus. Les variations des propriétés spectrophotométriques sont considérables.

Ainsi (*fig.* 1) les facteurs de transmission pour la radiation 6200 sont respectivement de 80 % à 10°, 39 % à 267° et 2 % à 360°. Pour la radiation 5900, ces facteurs sont de 63 % à 10°, 47 % à 51° et 13 % à 108°. La limite des spectres d'absorption subit un déplacement de 100 unités

(1) Séance du 29 janvier 1940.

(2) *Journal of The Franklin Institut*, 1919, p. 225-226.

angström environ pour un échauffement de 10 à 100° et un déplacement supplémentaire de 300 Å pour un nouvel échauffement portant le verre à 300°. Les courbes spectrophotométriques correspondant aux différents états thermiques sont de même forme générale; leurs segments obliques

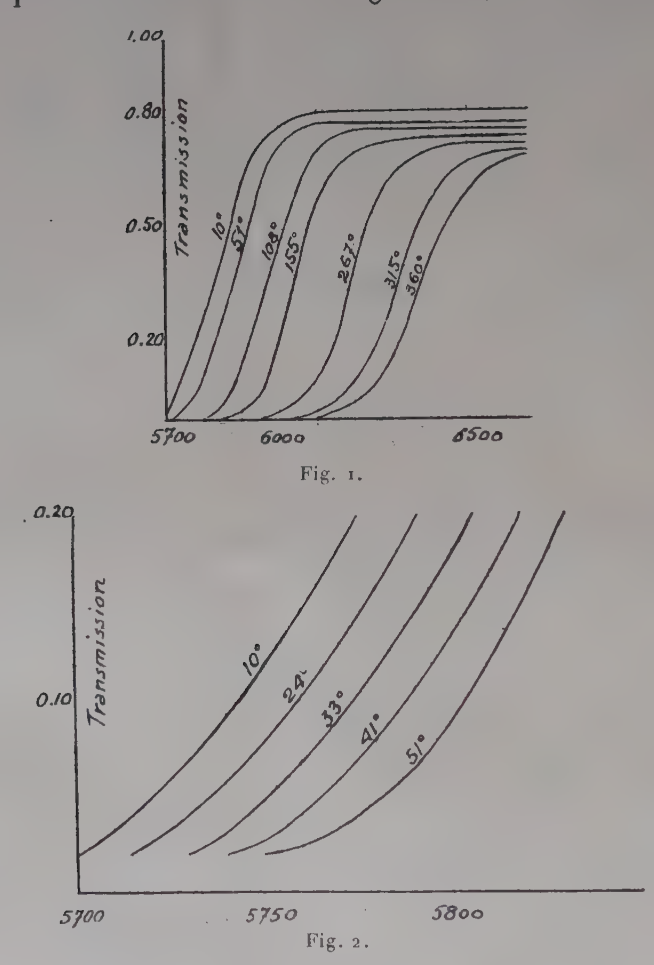


Fig. 1.

Fig. 2.

sont parallèles dans le domaine de 10° à 150°. Lorsque l'échauffement est plus accentué, on note une déformation progressive des courbes, en sorte que le déficit global de transparence lié à l'échauffement s'accuse tout particulièrement.

Il importe de remarquer que la transparence du verre pour les rayons jaunes est considérablement affectée par des écarts de température qui peuvent être notés dans les laboratoires. Ainsi, pour $\lambda = 5750$, les facteurs de transmission sont respectivement de 12 % à 10° et de 8 % à 24° (*fig.* 2).

Ces faits doivent être pris en considération pour les applications des verres au sélénium utilisés en tant que filtres de lumière, pour la signalisation par exemple. D'autre part ils impliquent une conséquence intéressant la photométrie en général. Les mesures spectrophotométriques concernant les verres au sélénium n'ont de sens précis que moyennant la notation de la température à laquelle la mesure a été faite.

RADIOCHIMIE. — *Sur la vie moyenne de l'azote activé électroniquement.* Note (1) de MM. **René Audubert** et **Charles Racz**, présentée par M. Jean Perrin.

Grâce aux compteurs photoélectriques sensibles, on vérifie que la thermolyse lente des azotures

$$(N^3)Na,\ N^3K,\ (N^3)^2Ca,\ (N^3)^2Ba,\ (N^3)^2Pb,\ N^3Ag,\ N^3Tl,\ N^3Hg,\ (N^3)^3Fe$$

et l'électrolyse en solution aqueuse de N^3Na, N^3K, N^3H sont accompagnées d'émission de rayonnement ultraviolet.

Les énergies d'activation des réactions photogéniques et le spectre d'émission sont indépendants des cations associés et caractéristiques du groupement N^3. De plus, en comparant les bandes spectrales obtenues aux niveaux possibles de la molécule d'azote activée électroniquement, on est conduit à admettre que cette émission peut être attribuée à la désactivation de l'azote.

Il était intéressant de vérifier si cet azote obtenu ainsi se trouvait dans un état métastable et dans ce cas de déterminer la vie moyenne de cette forme active.

En raison des facilités qu'elle offrait, l'expérience a été faite avec l'azote obtenu par électrolyse de solutions de N^3Na. L'électrolyse est effectuée au moyen d'un contact tournant qui ouvre et ferme le circuit périodiquement. Entre la cellule située au-dessus de l'anode, formée par une grille de platine disposée horizontalement tout près de la surface de séparation du liquide, se trouve intercalé un secteur à diaphragme; ce dernier, entraîné par le même axe que l'interrupteur rotatif, démasque, deux fois par tour, synchroniquement, le compte photon avec un retard α sur l'interruption du courant d'électrolyse.

Dans ces conditions, en faisant tourner le dispositif, si la désactivation

(1) Séance du 29 janvier 1940.

est instantanée, la cellule ne doit déceler aucun rayonnement. Or on observe une émission. Comme, par ailleurs, nous nous sommes assurés, par des enregistrements à l'oscillographe cathodique, que cet effet ne pouvait être attribué à un étalement du courant d'ouverture, ces faits témoignent de l'existence d'un état métastable attribuable sans doute à la molécule d'azote activé électroniquement.

Si l'on désigne par τ la vie moyenne, par n_0 et n les nombres de molécules activées aux instants zéro et t,

$$n = n_0 e^{\frac{t}{\tau}}.$$

En courant continu l'émission ΔN_0, mesurée au compteur photoélectrique, est donnée par $\Delta N_0 = n_0/\tau$. L'on désigne par α le décalage entre la coupure du courant et l'électrolyse et par θ l'ouverture du diaphragme; en régime stationnaire, quand le système tourne, l'intensité de l'émission ΔN est donnée par

$$\Delta N = 2\nu n_0 \left(e^{-\frac{\alpha}{2\pi\nu\tau}} - e^{-\frac{\alpha+\theta}{2\pi\nu\tau}}\right)$$

$$\frac{\Delta n}{\Delta N_0} = 2\nu\tau \left[e^{-\frac{\alpha}{2\pi\nu\tau}} - e^{-\frac{\alpha+\theta}{2\pi\nu\tau}}\right].$$

On construit des abaques, $y = f(x)$, représentant la variation de $\Delta N/\Delta N_0 = y$, en fonction de valeurs arbitraires de $\nu\tau = x$, pour différentes valeurs de α. Par suite, à partir des données expérimentales concernant $\Delta N/\Delta N_0$ et de ν, on cherche celle des courbes pour laquelle la valeur calculée de τ est constante dans toute l'étendue du domaine étudié; on obtient ainsi du même coup α dont la détermination expérimentale est fort incertaine.

Le tableau suivant contient les résultats de 7 expériences réalisées dans des conditions d'électrolyse différentes d'une solution de 0,5 N de N^3Na.

Expérience.	Tension (volts).	Intensité (ampère).	τ (sec.).	α (degré).
1	20	1	$2{,}50 \cdot 10^{-3}$	0,1
2	10	0,5	3,05	5,0
3	10	0,5	2,68	0,5
4	20	1,2	2,44	10
5	12	0,6	3,13	20
6	22	1,5	1,67	1
7	20	0,8	2,05	0,1

Moyenne $\tau = 2{,}5 \pm 0{,}2 \cdot 10^{-3}$ seconde.

Ces faits permettent donc d'admettre que lors de la décomposition

électrolytique de solution d'azoture de sodium, l'azote formé anodiquement doit, avant de devenir de l'azote normal, passer par un état intermédiaire métastable.

Conformément aux conclusions fournies par l'étude spectrale de cette émission, cette forme métastable serait la molécule d'azote activée électroniquement; cet azote étant différent de l'azote de Strutt, dont il n'a ni la vie moyenne, ni le spectre de luminescence.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La cémentation du fer, étudiée au moyen du potentiel de dissolution du métal dans l'eau acidulée.* Note de M. **Stéfan Procopiu**, présentée par M. Aimé Cotton.

La cémentation est l'opération par laquelle on produit une carburation superficielle du fer, par diffusion de carbone d'un milieu carburant dans le fer chauffé au-dessus de 900° C. Je me suis proposé d'étudier la pénétration du carbone dans le fer en étudiant le potentiel d'une électrode de fer cémenté plongée dans l'eau acidulée, et l'évolution dans le temps de ce potentiel, due à la dissolution successive des couches superficielles. J'ai employé les piles galvaniques : $E = Hg(+)$, Hg_2Cl_2, sol. sat. KCl/eau acid./Fe cém. (—) et $e =$ Fe cém. (+), eau acid., Fe pur (—). On tire le potentiel de dissolution, V = Fe cém./eau acid., de la relation

$$V_{(volt)} = 0,250 - E_{(volt)}.$$

On arrive ainsi expérimentalement aux conclusions suivantes :

1° Le fer cémenté, comparé au fer pur, est positif (plus noble) et la f. é. m. e est de l'ordre de 0,064 volt;

2° La courbe représentant l'évolution dans le temps du potentiel V de dissolution du fer cémenté présente trois parties : la valeur négative du potentiel tend d'abord vers des valeurs plus négatives, jusqu'à un minimum, atteint au bout de 30 à 60 minutes; puis, le potentiel revient vers des valeurs plus positives, et cette variation se continue jusqu'à ce que tout le fer cémenté soit dissous dans l'eau acidulée; alors le potentiel revient brusquement vers des valeurs plus négatives, correspondant au fer pur. Avec un fer cémenté 35 minutes à 900° C., on trouve, pour des temps θ après l'immersion, les potentiels V suivants :

θ (heures)......	0	0,5	1	103	142	173
V (volts)......	—0,214	—0,227	—0,219	—0,200	—0,214	—0,215

La variation initiale du potentiel vers des valeurs plus négatives s'explique ainsi : le fer cémenté et aussi le fer pur s'oxyde facilement à la surface, et son potentiel est devenu plus positif ([1]); la dissolution de cette surface oxydée et, peut-être aussi, la réduction de l'oxyde superficiel par l'hydrogène de l'eau acidulée, font tendre le potentiel vers des valeurs plus négatives, correspondant au métal pur (d'ailleurs, le fer électrolytique, saturé d'hydrogène, montre une évolution contraire). L'évolution du potentiel vers des valeurs plus positives, constituant la deuxième partie de la courbe, peut être expliquée par l'action de l'hydrogène de l'eau acidulée, l'hydrogène donnant des hydrures de fer non stables, et qui rendent le fer plus positif ([2]).

Lorsque toute la couche de fer cémenté est dissoute, le potentiel descend à des valeurs plus négatives, correspondant au fer pur.

3° Connaissant le temps T de dissolution de la couche de fer cémenté, et la perte de poids de l'électrode de fer cémenté, on peut déduire l'épaisseur δ de la couche cémentée, pour un temps t de cémentation.

Cémentation à la température de 900°C.

Temps t de cémentation (en minutes).	10	20	35	180
Temps T de dissolution (en heures)..	30	52	103	550
Épaisseur δ (en μ)................	125	164	208	–

Cémentation à 950°C.

t (en minutes)....................	10	15	20	25
T (en heures)......................	59	80	110	142
δ (en μ)..........................	139	179	259	427

On peut représenter approximativement la pénétration δ du carbone dans le fer par la relation

$$\delta = K.t,$$

dans laquelle K, la constante de proportionnalité, est d'autant plus grande que la température de cémentation est plus grande.

4° On peut déduire l'épaisseur de la couche superficielle du fer ou du fer cémenté, oxydée par l'air, d'après le temps que dure la dissolution du métal, jusqu'au minimum du potentiel. Cette durée étant de l'ordre

(1) V. R. Evans, *Trans. Faraday Soc.*, **18**, 1922, p. 1; V. R. Evans et T. P. Hoare, *J. of the Iron and Steel Inst.*, **11**, 1932, p. 379.

(2) Voir par exemple L. Guitton, *Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 1256; *Bull. Soc. chim. France*, **4**, 1937, p. 570-580.

de 30 minutes, et comme il faut 103 heures pour dissoudre 208$^{\mu}$, on en déduit pour la couche superficielle oxydée du fer une épaisseur de l'ordre de 1$^{\mu}$.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Observations magnétiques en A.O.F.* Note de M. **Jean Larroque**, présentée par M. Charles Maurain.

Les observations magnétiques dont les résultats sont présentés ici ont été effectuées avec des appareils Chasselon de voyage durant ces trois dernières années à différentes occasions; au cours d'un séjour méhariste en Mauritanie et dans l'Adrar, dans une mission géographique à la frontière de l'A.O.F. et de la Libye, le long de l'itinéraire de retour. Elles sont données sans aucune réduction de variation diurne ni séculaire; celles-ci pourront être effectuées ultérieurement avec d'autant plus d'exactitude qu'on s'est efforcé de stationner en d'anciennes positions. Toutes les déclinaisons sont occidentales.

Station.	Latitude.	Longitude.	Date.	Déclinaison.	Compos. horiz.	Inclinaison.
		Sénégal, Adrar, Mauritanie.				
Barigo	16°. 4',5	16°.22',5 W	18.12.1936	16°.25'		
Saint-Louis	16. 0,0	16.30,0 W	2. 1.1937	16.29	0,3113	
Haneik	21.14,2	12.58,1 W	12. 2.1937	14.15		
Toujounine el Kebir	21.11	12.56 W	20. 2.1937	15.10		
Souheihate	21.46	12.40 W	7. 3.1937	14.43		
Guelb el Barka	23. 5,5	12.54,2 W	7. 4.1937	15. 2		
Oum Dferate	23.14,3	12.35,2 W	9. 4.1937	14. 9		
Dayet Tizeghaf	23. 1,8	12.30,0 W	10. 4.1937	12.31		
Hammami	22.51,8	11.41,7 W	12. 4.1937	14.27		
El Grea	22.45,8	11.24,0 W	14. 4.1937	13.59		
Tourine	22.36	11.49,5 W	23. 4.1937	14. 0	0,2969	34°. 8'
Atar	20.31,1	13. 3,5 W	4. 5.1937	14.33		
Akjoujt	19.45,0	14.22,1 W	28. 5.1937	14.48		
Amilli	19.59,1	14.52,5 W	14. 7.1937	14.35		
Hamedoua	20. 2,5	15.30,0 W	2. 8.1937	15.38		
Boutilimit	17.35	14.37 W	18. 8.1937	15.35	0,3132	25.42
Nouakchott	18. 7	15.58 W	25. 8.1937	15.59	0,3089	27.10
Azeffal	20. 2,3	15.54 W	3.11.1937	15.44		
Bir Igueni	20.29,6	14.54,0 W	21.12.1937	15.12		
Bennichab	19.26,0	15.17,8 W	12. 1.1938	15.44		
Arouyeite	21.17,6	15.10,4 W	20. 2.1938	15.24		
Gouerat Sfar	21.22	15.44 W	22. 2.1938	16.26		
Cap Blanc	20.46,4	17. 3,0 W	11. 3.1938	15.44		

Station.	Latitude.	Longitude.	Date.	Déclinaison.	Compos. horiz.	Inclinaison.
			Sénégal, Adrar, Mauritanie (suite).			
Port-Etienne	20°.56′	17°. 3′,3 W	12. 3.1938	15°.31′		
Timazine	21.19,8	16.45,3 W	20. 3.1938	15.51	0,3015	32°.54′
Bou Lanouar	21.16,1	16.30,0 W	14. 4.1938	15.43		
Morzouba	21. 1,2	16.29,9 W	6. 5.1938	15.49		
Bir al Gareb	20.37,5	16.15,4 W	28. 5.1938	15.50		
Tidra	19.40,4	16.23,4 W	28. 6.1938	15.58		
Chami	20. 3,5	15.58,2 W	12. 7.1938	15.49	0,3068	30.49
Tanoudaret	20.12,2	16.12,1 W	15. 7.1938	16.23		
			Frontière de Libye.			
Chirfa	20.57,4	12.20,4 E	16.11.1938	5.10		
Emi Boudy	23.11,1	12.37,3 E	9.12.1938	5.15		
Point IV	23.12,5	11.58,2 E	30.12.1938	5.10		
			2. 4.1939		0,3208	28.36
In Ezzane	23.29,3	11.14,4 E	13.12.1938	4.52		
Point V	23.30,9	11.59,9 E	3. 1.1939	5. 7		
Zouzoudinga	22.28,5	12.18,4 E	9. 1.1939	4.37		
Point II	22.40,3	12. 5,4 E	11. 1.1939	5. 2		
Emi Fraba	22.38,5	12.50,3 E	21. 1.1939	4.51		
Tehfi Loïma	22.32,0	13.10,8 E	12. 2.1939	4.50		
Kissi Tchain	22.22,6	13.40,4 E	3. 3.1939	4.39		
Madama	21.56,6	13.38,9 E	7. 3.1939	4.39		
			29. 4.1939		0,3262	
Point XII	22.31,9	13.57,8 E	13. 3.1939	4.33		
Djanet	24.41	9.38 E	27 29.3.1939	5.35		31.36
N'Deguedeï	22. 7,7	14. 3,2 E	11. 4.1939	4.44		
Yankaradinga	22.18,7	14.45,9 E	23. 4.1939	4.35		
			Trajet de retour.			
Bilma	18.41,4	12.55,2 E	10.11.1938	5.12		
			8/9.5.1939		0,3325	20.4
Daotimni	20.37	13.32 E	3. 5.1939	4.46,3		
Agadez	16.59,3	7.59,2 E	18. 5.1939	7. 5		
Zinder	13.47,8	8.59,6 E	25/26.5.1939	6.55	0,3351	9.50
Dosso	13. 2,7	3.11,8 E	29. 5.1939	8.48		
Niamey	13.30,9	2. 6,1 E	31. 5.1939	9.22		
Tchaourou	8.50	2.37 E	2. 6.1939	10. 8		
Cotonou	6.21,1	2.26,4 E	4. 6.1939	10.54	0,3169	− 7.12
Douala	4. 1,5	9.41 E	8/9. 6.1939	9. 2	0,3132	−14. 1
Abidjan	5.19,2	4. 1 W	16. 6.1939	13.39		
Dakar	14.42,1	17.25,2 W	15. 7.1939	16.56	0,3104	21.35

HYDROLOGIE. — *Radioactivité des sources hydrominérales de Châtel-Guyon (Puy-de-Dôme). Sources très riches en thoron.* Note de MM. **Adolphe Lepape** et **Marcel Geslin**, présentée par M. Marcel Delépine.

A l'occasion des analyses physicochimiques approfondies entreprises en 1931, par l'Institut d'Hydrologie, sur quatre sources de Châtel-Guyon (Gübler II, Louise, Suzanne, Germaine), nous avons étudié la radioactivité d'un certain nombre de sources de cette station.

Radon. — Le radon présent dans les gaz spontanés et dans les eaux minérales a été dosé, sur place (juin 1931), et suivant notre technique habituelle [1], à l'aide de l'appareil de Chéneveau et Laborde.

		Radon (Rn), en millimicrocúries par litre, à l'émergence.					
		Gaz spontanés					
Source.	T°.	gaz secs 0°-760 mm.	gaz saturés d'eau à T°.	Eau.	$\frac{Rn_{(eau)}}{Rn_{(gaz)}}$.	α.	Extrait sec à 180° gr./litre.
Saint-Coust...	14°,5	–	–	2,93	–	–	2,000
Marguerite...	26,2	–	–	2,65	–	–	1,25
Deval........	24,4	1,53	1,36	0,29	0,21	0,22	6,066
Gübler II....	31,4	0,94	0,80	0,27	0,33	0,19	5,079
Louise.......	32,7	0,78	0,66	0,17	0,26	0,18	4,561
Carnot.......	34,2	0,84	0,71	0,08	0,11	0,17	5,440
Suzanne......	34	0,58	0,49	0,06	0,12	0,18	5,182
Pasteur......	33	0,32	0,27	0,06	0,22	0,18	–
Germaine....	35,6	0,47	0,39	0,06	0,15	0,17	5,909
Yvonne......	30	–	–	0,05	–	–	–

1° Les écarts importants entre le rapport $Rn_{(eau)}/Rn_{(gaz)}$ et le coefficient de solubilité α du radon dans l'eau pure montrent que l'équilibre de solubilité du radon entre l'eau et les gaz spontanés n'est pas toujours réalisé à l'émergence, ainsi que nous l'avons souvent observé pour les sources très riches en gaz carbonique.

2° Les sources les plus radioactives sont les sources les moins minéralisées et les moins chaudes; les eaux superficielles sont donc notablement plus riches en radon que les eaux thermales profondes.

---

(1) *Ann. Inst. Hydr. et Clim.*, 3, 1925, p. 157.

3° En 1928, Jacquet (²) avait dosé le radon dans douze sources, mais ses résultats présentent avec les nôtres des divergences importantes.

Radium. — L'extrait d'un grand volume d'eau (30¹ environ), additionné de Cl^2Ba, est soumis à des fusions successives aux carbonates alcalins, suivies d'attaques par l'acide chlorhydrique. Le radium est concentré dans une solution chlorhydrique finale, parfaitement limpide, contenue dans un ballon de 2¹. On le dose par le radon engendré pendant un intervalle de temps connu.

Source.	Volume d'eau traité (en l.).	Radium, en 10^{-12} g. par litre d'eau.	par gramme d'extrait sec.
Gübler II	29,46	40,8	8,1
Louise	32,84	38,5	8,4
Suzanne	28,24	44,3	8,5
Germaine	31,84	53,8	9,1

Thoron. — Le thoron a été recherché à la source Gübler II par la méthode de l'activité induite (³), la feuille collectrice ayant été exposée pendant 48 heures (18-20 juin 1931) aux gaz spontanés, sous un potentiel négatif de 556-536 volts. L'évolution du dépôt d'activité induite a été suivie à l'électroscope pendant 47 heures après l'enlèvement de la feuille collectrice (temps 0). Voici quelques résultats des mesures :

Temps.	Activité induite mesurée (unités arbitraires).	du thorium (⁴).	du thorium initiale (calculée).
0 minute	"	1,000	"
8 minutes	1,35	"	"
18 »	1,26	"	"
1 heure	1,05	"	"
3 heures	0,75	"	
4 »	0,69	0,844	0,82
6 »	0,63	0,744	0,85
8 »	0,55	0,654	0,84
10 »	0,47	0,574	0,82

(²) *Bull. Institut et Observ. de physique du globe du Puy-de-Dôme*, n° **1**, 1929, p. 49.

(³) A. Lepape, *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 931.

(⁴) Makower et Geiger, *Mesures pratiques en radioactivité*, Paris, 1919, p. 173; Mme P. Curie, *Radioactivité*, Paris, 1935, p. 554.

Temps.	Activité induite mesurée (unités arbitraires).	du thorium [4].	du thorium initiale (calculée).
12 heures	0,42	0,504	0,83
21 heures 15 minutes	0,23	0,276	0,83
34 »	0,10	0,119	0,84
46 »	0,046	0,0546	0,84
47 »	0,042	0,0511	0,82

Après 4 heures, le dépôt d'activité induite du radium (activité initiale 0,52) est détruit, et l'importante activité résiduelle est due au dépôt d'activité induite du thorium (activité initiale 0,83). Cette intensité de l'activité induite du thorium, la plus élevée, de beaucoup, que nous ayons encore rencontrée aux sources hydrominérales, correspond à une richesse exceptionnelle en thoron.

Dans des conditions expérimentales analogues, nous avions trouvé à la source Grande-Grille, de Vichy, une activité induite du thorium initiale de 0,06. Étant donné que l'eau de Gübler II contient $0,45 \times 10^{-12}$ g. de mésothorium 1 par litre (R. Duchon, voir la Note ci-dessous), et celle de Grande-Grille, $0,06 \times 10^{-12}$ g. de mésothorium 1 par litre, le thoron est, relativement au mésothorium présent dans l'eau, environ deux fois plus abondant à Châtel-Guyon qu'à Vichy. Ce rapport indique, ou bien que le ThX (générateur immédiat du thoron) est, au moins, à moitié détruit à Grande-Grille, lorsque l'eau minérale arrive au jour, ou qu'à Gübler II l'eau emprunte une partie, au moins, du thoron aux terrains immédiatement voisins du griffon.

HYDROLOGIE. — *Proportions élevées de mésothorium 1 dans les eaux minérales de Châtel-Guyon (Puy-de-Dôme) et de radium dans l'eau du sondage des Martres d'Artières (Puy-de-Dôme).* Note de M. **Robert Duchon**, présentée par M. Marcel Delépine.

1. Dans la Note ci-dessus, MM. A. Lepape et M. Geslin ont montré que les sources hydrominérales de Châtel-Guyon présentent une richesse exceptionnelle en thoron. Il était donc naturel de se demander si ces eaux minérales ne contenaient pas d'autres radioéléments de la famille du thorium. Après avoir mis au point la méthode de dosage du thoron par le

courant gazeux (1), nous l'avons appliquée à la vérification de cette hypothèse.

La recherche des dérivés du thorium dans les eaux minérales s'effectue sur les mêmes solutions que celle du radium.

La méthode du courant gazeux, qui permet de doser le thoron dégagé par la solution étudiée, a été modifiée par nous de la façon suivante : le gaz (air) est injecté dans la solution en ébullition au moyen d'un agitateur creux de forme particulière et parcourt ensuite un circuit fermé. L'ionisation due au rayonnement α du thoron est mesurée avec un électroscope de Chéneveau et Laborde.

En raison de la brièveté de leurs périodes, Th X ($T = 3{,}64$ jours) et thoron ($T = 54{,}5$ secondes) sont à chaque instant en équilibre radioactif avec RTh, corps à vie relativement longue ($T = 1{,}9$ an). La méthode conduit donc en définitive à un dosage du RTh. Il en résulte que si les eaux minérales contiennent Th, et donc RTh, son isotope, les mesures successives donneront des nombres constants, si le MTh 1 ($T = 6{,}7$ ans) est présent, ou décroissant avec la période de RTh, si MTh est absent. Si MTh 1 est seul présent à l'émergence (avec éventuellement Th X) RTh s'accumulera progressivement dans la solution étudiée, et les mesures successives donneront des chiffres croissant d'une valeur voisine de o à celle qui correspond à l'équilibre de régime entre MTh 1 et RTh, puis décroissant avec une période qui tend vers celle de MTh 1.

Le Th X n'est pas dosable lorsqu'il n'est pas accompagné du RTh générateur, car il se détruit totalement pendant la durée de l'évaporation de l'eau et du traitement chimique du résidu.

2. Nous avons appliqué cette méthode d'investigation à cinq sources de la station de Châtel-Guyon et à quatre autres de la région. Nous avons caractérisé le MTh 1 dans toutes ces sources, où il se trouve en proportion élevée.

Le tableau ci-contre montre, à titre d'exemple, l'accumulation de RTh dans la source Germaine, de Châtel-Guyon (prélèvement de janvier 1938).

---

(1) R. Duchon, *Journ. de Phys.*, 8, VII, 1937, p. 285; *Ann. Inst. Hydr. et Clim.*, 11, II, XL, 1936, p. 123.

Temps écoulé depuis l'émergence.	Coeff. d'accum. du RTh.	MTh 1 équiv. mesuré, en 10^{-12} g./l.	MTh 1 à l'émergence en 10^{-12} g.	
			par litre.	par gramme d'extrait sec.
102 jours.......	0,092	0,048	0,51	0,088
171 »	0,153	0,081	0,53	0,091
296 »	0,257	0,153	0,51	0,088
385 »	0,308	0,156	0,50	0,087

La constance de la valeur trouvée pour le MTh 1 ramené à l'émergence montre que ce corps est présent dans l'eau du griffon, tandis que Th et RTh en sont absents.

Dans le tableau ci-dessous, nous donnons le résultat des dosages de MTh 1 et de Ra effectués sur diverses sources, exprimés en 10^{-12} g. par litre et par gramme d'extrait sec à 180°.

Stations et sources.	MTh 1 à l'émergence, en 10^{-12} g.		Radium, en 10^{-12} g.	
	par litre d'eau.	par gramme d'extrait sec.	par litre d'eau.	par gramme d'extrait sec.
Châtel-Guyon				
Germaine (1931)...	0,53	0,090	53,8 (¹)	9,1 (¹)
Gubler II..........	0,45	0,090	40,8 (¹)	8,1 (¹)
Louise............	0,53	0,113	38,5 (¹)	8,4 (¹)
Suzanne...........	0,45	0,086	44,3 (¹)	8,5 (¹)
Miraton...........	0,55	0,104	54,8 (¹)	10,2 (¹)
Artonne				
Gros..............	0,133	0,045	26,5	9,0
Rouzat				
Rozana............	0,126	0,038	44,9	15,5
Châteauneuf				
Chevarier.........	0,125	0,055	28	12,8
Martres d'Artières				
Geyser............	0,350	0,044	293	36,2

3. Il résulte de ces recherches que :

1° les eaux examinées ne contiennent à l'émergence ni Th, ni RTh, mais seulement du MTh 1 (et peut-être du ThX).

2° les eaux de Châtel-Guyon sont plus riches en MTh 1 que les autres sources de la région.

(¹) A. Lepape et M. Geslin, Note ci-dessus.

3° la source Geyser des Martres d'Artières contient des quantités de radium élevées, sept fois plus que n'en renferment les sources de Châtel-Guyon.

PHYSICOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Observations sur la phosphorescence des trois derniers anneaux du ver luisant.* Note [1] de M. **Georges Brooks**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

La phosphorescence de la femelle du Lampyre ou ver luisant a fait déjà l'objet de quelques recherches. Citons, notamment, celles de Macaire, de Matteuci et de Carus, les examens spectroscopiques de Gernez et électroscopiques de D. Berthelot [2]. Ces recherches n'ont pas été approfondies et, en particulier, l'étude histochimique et spectrographique de la phosphorescence restait à poursuivre. Cette étude se heurte, il est vrai, à quelques difficultés, l'insecte étant très fragile et supportant mal le déplacement.

C'est au cours des années 1938 et 1939, par de chaudes nuits d'été, que j'ai pu capturer au bord de l'Oise, à Val-d'Oise, un certain nombre de ces animaux. Je les ai conservés vivants au laboratoire environ trois semaines, ce qui a facilité les expériences et les déterminations rapportées dans la présente Note.

L'examen de coupes histologiques, faites par congélation, excitées par la raie 3650 Å du Hg filtrée (microfluoroscope de Reichert), ne révèle qu'une faible fluorescence de couleur bleu lavé et jaunâtre par endroits. Cette fluorescence est due en partie à la petite quantité de flavine libre altérée. On sait, d'après von Euler, Hellström et Adler [3], que la flavine à l'état de flavoprotéide n'est pas fluorescente, mais qu'elle le devient lorsqu'on la dissocie de son support colloïdal. Cette scission est facilement provoquée par traitement avec de l'acide acétique à la température ordinaire, ou avec du méthanol à 50 % à l'étuve à 40° [4]. On constate alors l'apparition dans les dissolvants d'une fluorescence jaune vert assez intense. Encouragé par ces résultats, j'ai isolé et dosé la flavine [5] dans les trois derniers anneaux

---

(1) Séance du 29 janvier 1940.

(2) Macaire, *Bibliothèque univ. de Genève*, 1821; Matteuci, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, 9, 1843, p. 71; Carus, *Comptes rendus*, 59, 1864, p. 607; Gernez, *ibid.*, 59, 1864, p. 509; D. Berthelot, *ibid.*, 178, 1924, p. 487.

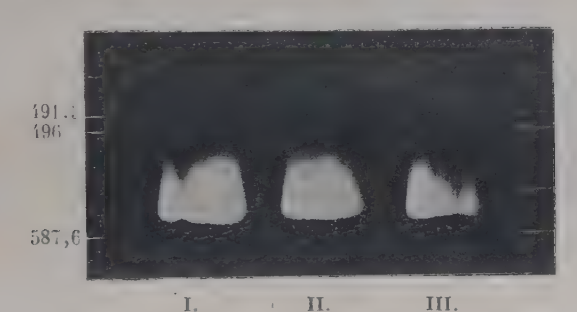
(3) *Zeit. f. vergl. Physiol.*, 21, 1935, p. 739.

(4) Georges Brooks et Robert Paulais, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 833.

(5) Georges Brooks, *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 248.

de l'insecte. Après dissection soignée, la matière phosphorescente est extraite par le méthanol à 50 %, à la température de 40° (20 femelles, longueur de 14 à 16^{mm}). On débarrasse l'extrait alcoolique des impuretés par agitation avec le chloroforme. On concentre ensuite dans le vide, et l'on adsorbe sur une petite colonne d'Al^2O^3 activée; l'éluat obtenu avec un mélange d'alcool éthylique, de pyridine et d'eau répond aux mêmes propriétés physicochimiques et spectrographiques que la riboflavine. Le dosage fluorométrique donne 18γ,5 de flavine par gramme de matière fraîche. Les observations sur l'influence de l'oxygène, de l'humidité et de la température corroborent les résultats de certains des auteurs précités [2].

La lumière émise par les trois derniers anneaux abdominaux du ver luisant vivant est d'une magnifique couleur jaune verdâtre intense. A l'aide d'un dispositif spécial qui maintient les anneaux séparément devant la fente du spectrographe, on enregistre la phosphorescence sur plaque Agfa isochrome [6]. Le spectrogramme, obtenu pour la première fois, révèle une bande continue, sans structure spéciale, s'étalant vers les grandes



Spectres de phosphorescence des anneaux du Ver luisant vivant, rangés par ordre de luminosité.
I, anneau central; II, premier anneau; III, troisième anneau.

longueurs d'onde (*fig.* 1). La densité photographique enregistrée de cette bande possède les maxima d'intensités suivants :

Enregistrement au microphotomètre.

	Axes du spectrogramme λ (mμ).
Début du spectre	587,9
Maximum d'intensité	570 / 562
Fin du spectre	469

([6]) Georges Brooks, *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 1465; *Bull. Soc. Chim. biol.*, **20**, 1, 1938, p. 498.

Il ressort des observations ci-dessus que la matière phosphorescente des trois anneaux du Lampyre ou ver luisant contient une quantité notable de flavine à l'état de *flavoprotéide*. Cette substance, qui se comporte comme catalyseur dans plusieurs processus biochimiques, doit vraisemblablement jouer un rôle spécial dans les cellules lumineuses. Quant à la lumière phosphorescente émise, elle donne un spectrogramme se déplaçant vers les grandes longueurs d'onde et caractérisé par les axes λ 570 à 562 mμ.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Quelques résultats expérimentaux concernant les relations hypophysogénitales chez un Sélacien.* Note de M. **Jean-Henri Vivien**, présentée par M. Maurice Caullery.

Poursuivant l'étude de la physiologie hypophysaire des Poissons, j'ai, au cours de l'année 1939, opéré et traité des embryons, des sujets prépubères et des adultes de *Scylliorhinus canicula*. Mes expériences en cours ont été interrompues le 25 août par la mobilisation; j'ai dû sacrifier une grande partie de mon matériel; toutefois j'ai pu retrouver, le 28 janvier 1940, quelques individus encore vivants et les autopsier.

Le tableau ci-dessous contient les résultats obtenus sur des animaux adultes, opérés en mars et avril, en pleine activité sexuelle.

Animaux opérés N°.	Survie post-opérat. (jours).	$\frac{\text{Pds gonade}}{\text{Pds total}} = \frac{P}{p}$	Même rapport chez témoins.
♂ 113	15	0,044	0,043
112	22	0,044	
122	25	0,039	0,045
133	36	0,036	
116	47	0,042	0,044
119	69	0,040	
143	129	0,021	0,043
121	255	0,006	
117	258	0,007	0,042
142	300	0,006	
♀ 11	24	0,069	0,070
124	25	0,070	
15	27	0,080	0,069
125	37	0,047	
136	48	0,040	0,071
19	74	0,032	
110	102	0,019	0,046
118	154	0,008	
16	299	0,006	0,045
14	304	0,007	
141	306	0,005	0,062

Pendant les 30 à 60 premiers jours suivant l'opération, c'est-à-dire jusqu'à cicatrisation totale de la plaie opératoire, les sujets maigrissent, ce qui explique l'augmentation du rapport P/p.

Le rapport P/p, chez les individus impubères, est voisin de 0,010.

Tous les animaux indiqués ci-dessus ont été choisis de même taille et entretenus dans des conditions strictement semblables; ceux présentant un état physiologique déficient ont été écartés des statistiques.

On peut conclure que l'hypophysectomie provoque la dégénérescence des gonades des deux sexes et les ramène au voisinage de l'état impubère, tout au moins du point de vue pondéral; il est probable que l'étude histologique, que je ne puis malheureusement entreprendre actuellement, viendra confirmer cette observation et montrer que la dégénérescence, consécutive à l'hypophysectomie, s'amorce sensiblement en même temps que l'involution des produits non émis chez les normaux, comme semble le montrer la comparaison des chiffres des colonnes 3 et 4.

Quelques expériences, où la tige pituitaire a été sectionnée, mais où l'hypophyse n'avait pas été touchée, m'ont montré que, dans ce cas, les gonades n'étaient pas altérées, du moins macroscopiquement et pondéralement, mais que toute ponte était bloquée au bout de 10 à 25 jours. Cette constatation confirmerait l'hypothèse que j'ai déjà formulée [1], à savoir : la ponte serait liée à un phénomène neurocrine, tandis que l'effet gonadotrope est surtout hémocrine.

GÉNÉTIQUE. — *Les mutations chez les Isopodes terrestres.*

Note de M. **Albert Vandel**, présentée par M. Maurice Caullery.

Désireux d'acquérir des données sur la génétique et le déterminisme du sexe chez les Isopodes terrestres, j'ai été amené à rechercher systématiquement les mutations dans ce groupe. Dix-neuf mutations ont été trouvées et étudiées; quelques-unes ont été récoltées dans la nature, mais, la plupart d'entre elles ont été obtenues, dans les élevages, à la seconde et à la troisième génération de consanguins. Le caractère héréditaire de ces variations a été établi, dans tous les cas, par l'examen de la descendance. Les dix-neuf mutations observées sont toutes relatives à des caractères de coloration. On peut les répartir en cinq catégories :

---

(1) *C. R. Soc. Biol.*, Paris, 131, XXII, 1939, p. 1222.

1° *Albinisme complet.* — J'ai déjà signalé (¹) la présence d'une variété albine (var. *alba*) chez *Trichoniscus elisabethæ*. Des albinos *à yeux noirs* ont été obtenus, au cours d'élevages, chez *Chætophiloscia elongata*, *Ch. sicula*, *Metoponorthus pruinosus*, *Armadillidium vulgare* et *Ar. nasatum*. Les individus entièrement albinos sont souvent accompagnés de *mosaïques*, où les régions pigmentées et albines se combinent suivant les modes les plus variés. Elles rappellent les aspects observés et minutieusement décrits par E. Brandt (1870) chez *Porcellio scaber*.

J'ai déjà signalé (²) l'existence d'une variété de *Porcellio lævis* albinos, *à yeux carmins*. J'ai vu apparaître, dans la troisième génération (F2) de cette lignée albine, plusieurs individus albinos, *à yeux oranges;* la couleur des yeux de cette variété rappelle celle de la mutation *orange* d'*Habrobracon*, ou celle des mutations *apricot* ou *eosin* (mâle) de la Drosophile. Les albinos de *Porcellio lævis* sont représentés exclusivement par des individus du sexe femelle.

2° *Albinisme incomplet* (*Type pallida*). — J'ai signalé (¹), sous le nom de var. *pallida*, un type de dépigmentation partielle, héréditaire, observé chez *Trichoniscus elisabethæ*. La mutation *lucida* [Vandel (³)] de *Trichoniscus provisorius* en est phénotypiquement très voisine. J'ai décrit ailleurs (⁴) une variété *pallida* de *Philoscia affinis* et j'ai trouvé, chez *Armadillidium vulgare*, une variété analogue; dans les deux derniers cas, les individus du type *pallida* sont presque toujours des femelles, rarement des mâles.

3° *Type cooperi.* — La variété *cooperi*, que je n'ai rencontrée que chez *Armadillidium vulgare* [Vandel (⁵)], est caractérisée par la réduction du pigment, qui ne persiste que sur la tête, les antennes et la région médiane du pereion.

4° *Type Ligia.* — Les chromatophores des Isopodes terrestres sont très généralement associés pour former un réseau complexe, enserrant les insertions musculaires qui restent dépigmentées. Cependant, chez les Oniscoïdes primitifs et halophiles (en particulier chez *Ligia* et *Tylos*), les chromatophores restent distincts et largement éloignés les uns des autres. J'ai observé des mutations ramenant la coloration normale des Isopodes à

(¹) *Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 889-891; *Bull. Biol. France-Belgique*, **72**, 1938, p. 121-146.

(²) *C. R. Soc. Biol.*, **131**, 1939, p. 187-189.

(³) *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 285-287.

(⁴) *Bull. Biol. France-Belgique*, **73**, 1939, p. 367-379.

(⁵) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1351-1352.

ce type primitif, chez *Chætophiloscia elongata*, *Ch. sicula* et *Metoponorthus pruinosus*.

5° *Rufisme*. — Le rufisme doit être considéré comme un stade d'arrêt de la mélanogenèse et d'incomplet développement du pigment [Reinig (6), Vandel (4)]. J'ai observé des cas de rufisme chez *Philoscia affinis* (var. *trifasciata*), *Armadillidium vulgare* et *Ar. nasatum*. De nombreux autres cas de rufisme ont été déjà signalés chez les Isopodes terrestres [Vandel (4)]. Les colorations *carmin* ou *orange* des yeux, signalées plus haut, doivent être considérées comme des cas particuliers de rufisme.

Conclusions. — 1° Le nombre de mutations observées est élevé; des élevages poursuivis sur une grande échelle permettraient très certainement d'en découvrir beaucoup d'autres. Les Isopodes terrestres constituent donc un matériel favorable aux études génétiques. Ce taux de mutabilité élevé est peut-être en rapport avec l'état de semi-domesticité dans lequel vivent beaucoup de ces animaux.

2° La recherche de mutations, entreprise dans le seul but d'obtenir du matériel propre aux recherches de génétique, a été poursuivie sans idée préconçue. Or il s'est trouvé que toutes les mutations observées sont des variations entraînant soit la disparition totale du pigment (albinisme), soit la réduction de l'étendue des zones pigmentées (types *pallida*, *cooperi*, *Ligia*), soit une mélanogenèse incomplète (*rufisme*). De plus, chaque type de mutation se retrouve dans plusieurs espèces; des recherches plus étendues permettraient sans aucun doute de multiplier le nombre de ces *mutations parallèles* ou *itératives*. Ces coïncidences ne peuvent être dues au hasard. Elles prouvent que l'apparence désordonnée que présentent les mutations n'est probablement qu'une illusion; une étude un peu approfondie des mutations permettra de révéler, dans bien des cas, les tendances évolutives du groupe. Les Isopodes terrestres sont caractérisés par une remarquable instabilité du système pigmentaire, qui tend à s'effacer et à se dégrader; d'autres groupes zoologiques, tels que les *Geometridæ* montrent, au contraire, une tendance très nette au mélanisme [Reinig (6)]. Par ce caractère, et par leur hygrophilie très marquée, les Isopodes terrestres sont vraiment préadaptés aux modes de vie endogé et cavernicole.

---

(6) *Melanismus, Albinismus und Rufinimus, ein Beitrag zum Problem der Entstehung und Bedeutung tierischer Färbungen*, Leipzig, 1937.

MICROBIOLOGIE. — *Le mécanisme de l'atténuation de* Bact. typhi murium *sous l'action de la lécithine; l'influence de la tension en oxygène dans le milieu de culture.* Note de M. **Baruch Samuel Levin**, présentée par M. Charles Achard.

En travaillant avec *Bact. typhi murium* nous avons observé que des repiquages quotidiens en bouillon lécithiné, aussi bien dans des conditions d'aérobiose que d'anaérobiose, amènent la perte totale du pouvoir pathogène pour la souris exercé par la *souche mère*. (Infection buccale) (1). On sait que des repiquages répétés des cultures bactériennes appartenant au groupe des *Salmonella* dans des milieux de culture liquides ont comme effet de diminuer l'action pathogène des bactéries ainsi traitées en remplaçant les formes virulentes *S* par des formes non virulentes *R*. Ainsi Lockhart (2) observe une diminution de la mortalité après 210 repiquages de 100 % à 35 %. De même G. S. Wilson (3) trouve qu'après 601 passages en aérobiose une souche de *Bact. typhi murium* ne tue plus la souris (injections intrapéritonéales de 100 bactéries), tandis que la *souche mère* tuait la totalité des animaux infectés. Nous faisons une constatation analogue (voir le tableau) avec une souche témoin, cultivée pendant 400 passages en bouillon nutritif en aérobiose. Cette souche tue la totalité des animaux au début de l'expérience, mais ne tue plus que 9 souris sur 30 en surinfection continue après 400 repiquages.

Une question se pose donc : Dans quelle proportion l'atténuation des souches de *Bact. typhi murium*, obtenue par des repiquages répétés dans le bouillon lécithiné (que nous appellerons *L*) est-elle spécifique ? Est-ce le facteur spécifique (lécithine) ou le facteur non spécifique (repiquages) qui influence le plus la perte de la virulence?

L'atténuation du pouvoir pathogène des souches *L* de *Bact. typhi murium* est plus complète et rapide que celle observée à la suite des repiquages en bouillon nutritif habituel. Pour évaluer l'action de la lécithine sur la virulence des souches *L*, il faut préciser le degré de l'atténuation spécifique, soit par la soustraction de l'action non spécifique, ce qui donne lieu à des interprétations difficiles, soit par son élimination.

(1) B. S. Levin et L. Olitzki, *Nature*, **143**, 1939, p. 604; *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1172 et 2026.

(2) *Journ. Hygiene*, **25**, 1926, p. 50.

(3) *Journ. Hygiene*, **30**, 1930, p. 433.

Ce dernier procédé a été rendu possible par les résultats d'une expérience de G. S. Wilson (*loc. cit*). Cet auteur, en travaillant sur l'effet de différentes concentrations en oxygène sur la virulence de *Bact. typhi murium*, a remarqué qu'on pouvait maintenir constant le degré de la virulence pendant 400 passages en milieu liquide, à condition que ceux-ci soient effectués en anaérobiose.

Différence dans le pouvoir pathogène de 4 souches de B. typhi murium, *provenant toutes d'une même* souche mère, *dues à des conditions de culture différentes.*

Mode de culture.	Nombre des repiquages.	Nombre des animaux d'expérience (souris blanche).	Nombre des animaux d'expérience morts (morts spécifiques).	Durée moyenne de survie limitée à 60 jours.
L aérobiose	230	30	0	60
	306	30	0	60
	400	30	0	60
Témoin aérobiose	230	30	20	32,2
	306	30	13	37,4
	400	30	9	40,0
L anaérobiose	230	30	0	60
	306	30	0	60
	400	30	0	60
Témoin anaérobiose	230	30	30	16,2
	306	30	30	19,5
	400	30	30	15,4
Souche mère, maintenue sur gélose; environ un repiquage par mois	0	30	30	18,0
	10	30	30	20,7
	15	30	30	20,4
	24	30	30	15,9

Expériences. — Le tableau montre que la virulence de la souche témoin cultivée en bouillon sans addition de lécithine dans des conditions d'anaérobiose est maintenue au cours de 400 repiquages. Il en est de même de la souche mère, cultivée sur gélose et rarement repiquée. La souche témoin correspondante, cultivée en aérobiose, est légèrement atténuée après 230 repiquages et fortement atténuée après 400 repiquages, mais tue encore une partie des souris. La plupart des souris survivantes présentent encore pendant quelques semaines des signes d'une grave maladie, mais se rétablissent ensuite. Par contre, les deux souches cultivées en bouillon lécithiné à 0,2%, aussi bien en aérobiose qu'en anaérobiose, perdent entièrement leur virulence. Les souris infectées avec ces deux souches ne présentent aucun signe de maladie.

L'infection est produite en donnant aux souris pendant les 60 jours de l'expérience une des cultures de 24 heures en bouillon, diluées dans trois fois leur volume d'eau.

Les résultats de nos expériences montrent que 1° le facteur *repiquages* reste sans action sur la virulence d'une souche de *Bact. typhi murium* après 400 passages effectués en anaérobiose; 2° la même souche bactérienne, cultivée dans des conditions identiques, en anaérobiose, mais en présence de 0,2 % de lécithine, montre une perte totale de sa virulence pour la souris; 3° en éliminant par la culture en anaérobiose l'atténuation due aux repiquages, on constate que l'atténuation obtenue par l'action de la lécithine seule suffit pour obtenir la perte totale de l'action pathogène de *Bact. typhi murium* (administration buccale)

M. A. Klopstock, qui a bien voulu examiner sur notre demande la structure antigène des souches *L*, nous informe qu'elle est identique avec celle de la souche mère et d'une souche de *B. typhi murium* type (dû à M. W. W. C. Topley), c'est-à-dire IV, V : i : 1, 2, 3.

La séance est levée à $15^h 25^m$.

A. Lx.